INSTITUTUL POLITEHNIC IAŞI

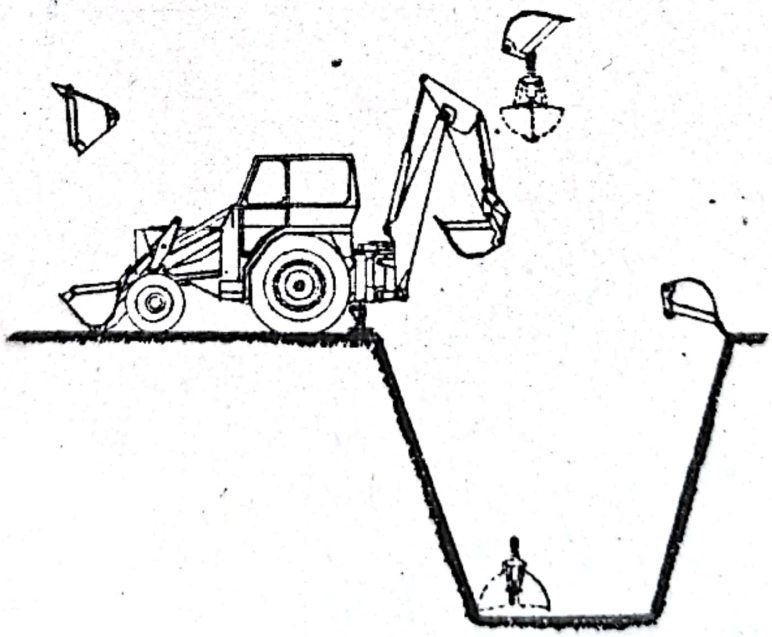
FACULTATEA DE CONSTRUCTII

Conf. ing. ANTONIE TRELEA Şef lucrări ing. LIVIU GROLL

Şef lucrări ing. GHEORGHE TESU

INDRUMAR

PENTRU LUCRĂRI PRACTICE LA DISCIPLINA TEHNOLOGIA LUCRĂRILOR ŞI MAŞINI DE CONSTRUCŢII



— 1972 —

Scanned with OKEN Scanner

INSTITUTUL POLITEHNIC IASI
FACULTATEA DE CONSTRUCTII

Conf. Ing. ANTONIE TRELEA Sef de lucr.ing. LIVIU GROLL

Sef de lucr.ing. GHEORGHE TESU

I N D R U M A R

PENTRU LUCRARI PRACTICE LA DISCIPLINA TEHNOLOGIA LUCRARILOR SI MASINI DE CONSTRUCTII

11. XII 72 Iasi

- 1 9 7 2 -

Scanned with OKEN Scanner

- PREFAȚA -

Studiul tehnologiei lucrărilor de construcții reprezintă o verigă importantă în legătura - ce trebuie să devină cît mai strînsă - a învățămîntului cu producția, deoarece tehnologia însăși constă, în esență, în aplicarea științei în producție.

Este important totuși ca orice disciplină - oricît de legată ar fi ea de practică - să caute să discearnă fenomene și legi cu oarecare caracter de universalitate, pentru a înarma pe viitorul inginer cu un bagaj de cunoștințe valabil o perioadă de timp cît mai îndelungată. Această tendință spre universalitate conferă disciplinei respective caracterul de generalitate și o îndepărtează de evenimentul concret, care este particular.

Lucrările practice vin să completeze armonios pregătirea "generală" a studentului inginer punîndu-l în situația de a aplica cunoștințele "generale" la cazuri concrete.

Caracterul specific al producției de construcții îl obligă pe inginerul constructor să proiecteze, zilnic, adevărate linii tehnologice pentru realizarea, cu un grad cît mai complet de mecanizare, a lucrărilor ce concură la executarea, în condiții organizatorice mereu schimbate, a obiectului finit - construcția.

Această activitate-neîntîlnită în alte sectoare ale economiei, în care proiectarea liniilor tehnolegice se face

odată cu investiţia şi pentru condiţii organizatorice în general stabile - este o activitate specifică sectorului de construcţii şi constituie obiectul de studiu al disciplinei Tehnologia construcţiilor.

Din aceste motive lucrările practice la disciplina "Tehnologia Construcţiilor" reprezintă ele însele un "gen aparte" care nu se încadrează nici în "lucrări de laborator" nici în "lucrări de proiectare". Finalitatea lor trebuie să fie aşa numitele"fişe tehnologice pentru realizarea producţiei de construcţii", documente care trebuie să trateze "în detaliu" problemele legate de organizarea diverselor procese tehnologice.

Fără îndoială că, în aceste condiţii, lucrările practice cuprinse în acest Indrumător pot constitui numai exemple de abordare a problemei în cîteva cazuri specifice, temele şi variantele respective putînd fi multiplicate la nesfîrşit. Valoarea lor constă în aceea că ele reprezintă totuşi <u>modele</u> atît pentru modul de abordare cît şi pentru cel de rezolvare efectivă a diferitelor probleme din această categorie, care pot apare în activitatea zilnică a unui inginer sau subinginer constructor.

Conf. ing. A. Trelea

NOTA :

Lucrarea a fost elaborată astfel :

Conf. ing. Antonie Trelea: cap.1; cap.4; cap.8 (lucrările 8.1 şi 8.2)

Şef lucrări ing. Liviu Groll: cap.2; cap.3; cap.5; cap.6; cap.8 (lucrarea 8.3)

Şef lucrări ing. Teşu Gh. cap. 7

Capitolul 1. Lucrări de săpături

1.1. Executarea săpăturilor cu excavatorul cu lingură dreaptă.

A. Tema lucrării.

Să se întocmească fişa tehnologică pentru executarea unei tranşei de adîncime maximă cu un excavator echipat cu lingură dreaptă care sapă într-o fîşie de capăt şi descarcă materialul săpat în autobasculante.

B. Indicaţii pentru rezolvare

Distingem două situaţii :

- cînd excavatorul se deplasează la aceeaşi cotă cu mijloacele de transport,

- cînd excavatorul se deplasează la o cotă inferioară celei pe care circulă mijloacele de transport.

1.1.1. Excavatorul se deplasează la aceeaşi cotă cu mijloacele de transport.

Forma săpăturii este un trapez isoscel cu baza mică în jos (fig.1.1).

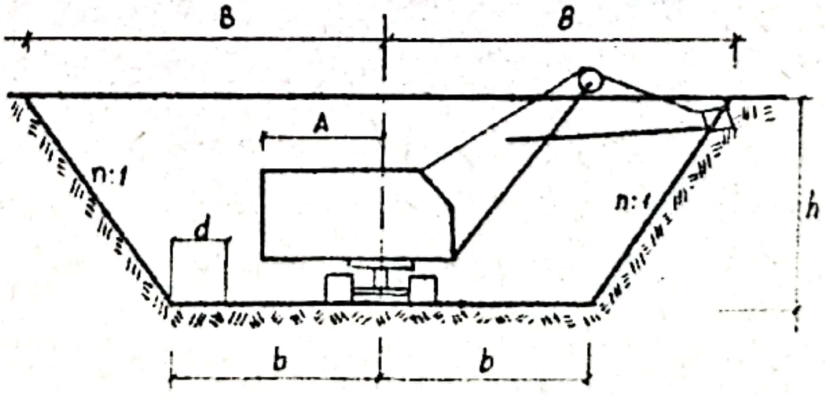


Fig.1.1.

a) Se extrag din cataloagele de utilaje valorile :

H'_s = înălţimea maximă de săpare ;

R'_s = raza maximă de săpare ;

A = gabaritul de rotaţie al excavatorului ;

c = înălţimea mijlocului de transport.

b) Se stabilesc într-o primă aproximaţie dimensiunile săpăturii folosind relaţiile :

$$b_1 = H'_s \qquad (1.1)$$

$$B_1 = R''_s \qquad (1.2)$$

$$b_1 = B_1 - \frac{h_1}{n} \qquad (1.3)$$

în care R''_s este raza de săpare corespunzătoare înălţimii maxime de săpare.

Valoarea R''_s se obţine înlocuind $h = h_1 = H'_s$ în expresia generală a razei de săpare funcţie de înălţime care pentru valori:

$$0{,}6\ H'_s \leq h \leq H'_s \qquad (1.4)$$

este

$$R_s = R'_s \left(1{,}3 - \frac{h}{2H'_s}\right) \qquad (1.5)$$

In acest fel rezultă :

$$B_1 = R'_s \left(1{,}3 - \frac{h_1}{2H'_s}\right) = 0{,}8\ R'_s \qquad (1.6)$$

c) Se verifică posibilitatea de săpare cu excavatorul la piciorul taluzului şi posibilitatea de rotire a excavatorului fără să pericliteze securitatea muncitorilor ce s-ar afla între el şi taluz. Trebuie să fie satisfăcute condiţiile :

$$b_1 \leq R_{so} \qquad (1.7)$$

$$b_1 \geq A + d \qquad (1.8)$$

în care R_{so} este raza de săpare la nivelul de deplasare a excavatorului

d = o,5 ... 1,o m, spaţiu de siguranţă

Valoarea R_{so} se obţine înlocuind h = o în expresia generală a razei de săpare funcţie de înălţime, care pentru valori

$$h \leq o,6\ H'_s \qquad (1.9)$$

este :

$$R_s = R'_s\ (o,7 - \frac{h}{2H'_s}) \qquad (1.1o)$$

Rezultă :

$$R_{so} = o,7\ R'_s \qquad (1.11)$$

d) Dacă nu este îndeplinită condiţia (1.7) se ia

$$b'_1 = R_{so} \qquad (1.12)$$

şi se determină valoarea B'_1 din relaţia (1.3) înălţimea h_1 rămînînd neschimbată ($h_1 = H'_s$)

e) Dacă nu este îndeplinită condiţia (1.8) se ia :

$$b''_1 = A + d \qquad (1.13)$$

şi se determină o nouă **valoare a înălţimii** săpăturii h''_1 şi o nouă valoare a lăţimii totale B''_1

Valorile lor rezultă din sistemul de ecuaţii

$$\begin{cases} b''_1 = B''_1 - \dfrac{h''_1}{n} & \text{(conf. 1.3)} \\ B''_1 = R'_s\ (1,3 - \dfrac{h''_1}{2H'_s}) & \text{(conf.1.5)} \end{cases}$$

Dacă valoarea rezultată pentru h''_1 nu satisface condiţia (1.4) care limitează domeniul de aplicare al relaţiei (1.5) se formează următorul sistem de ecuaţii :

$$\begin{cases} b_1'' = B_1'' - \dfrac{h_1''}{n} \quad \text{(conf. 1.3)} \\ B_1'' = R_s' \left(0{,}7 + \dfrac{h_1''}{2H_s'}\right) \quad \text{(conf.1.1o)} \end{cases} \qquad (1.15)$$

f) Pentru mărirea productivităţii excavatorului prin micşorarea unghiului de rotire se poate înlocui condiţia (1.8) cu expresia $b_1'' = A + d + c + d$ (1.16)

în care : c, în m, este lăţimea autobasculantei.

Această expresie concretizează situaţia că autobasculanta intră între taluz şi excavator (fig. 1.2)

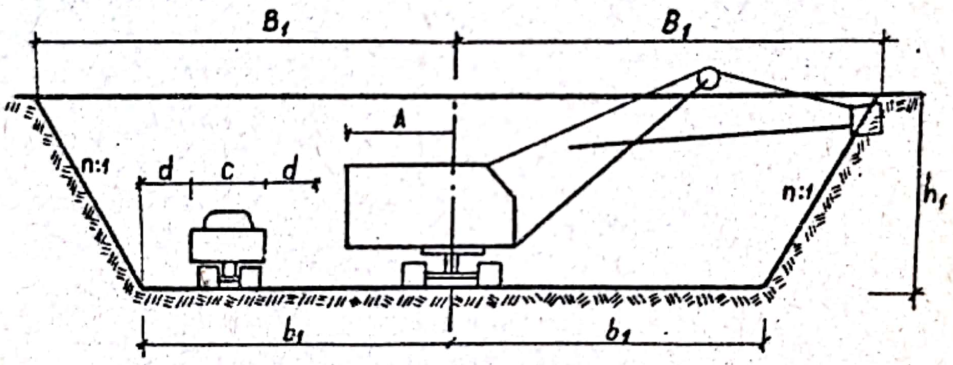


Fig. 1.2

Dacă această condiţie nu este îndeplinită se procedează în acelaşi mod ca la pct. e pentru neîndeplinirea condiţiei (1.8).

1.1.2. <u>Verificarea posibilităţii ca excavatorul cu lingură dreaptă să circule la alt nivel decît mijloacele de transport ale pămîntului</u>.

a) In acest caz se extrag din catalog în afara caracteristicilor de la pct.1.1.1 a şi valorile :

$H_d^{'}$ = înălţimea maximă de descărcare

$R_d^{''}$ = raza de descărcare corespunzătoare înălţimii $H_d^{'}$

$R_d^{'}$ = raza maximă de descărcare

$H_d^{''}$ = înălţimea de descărcare corespunzătoare razei $R_d^{'}$

Forma săpăturii este cea din fig. 1.3.

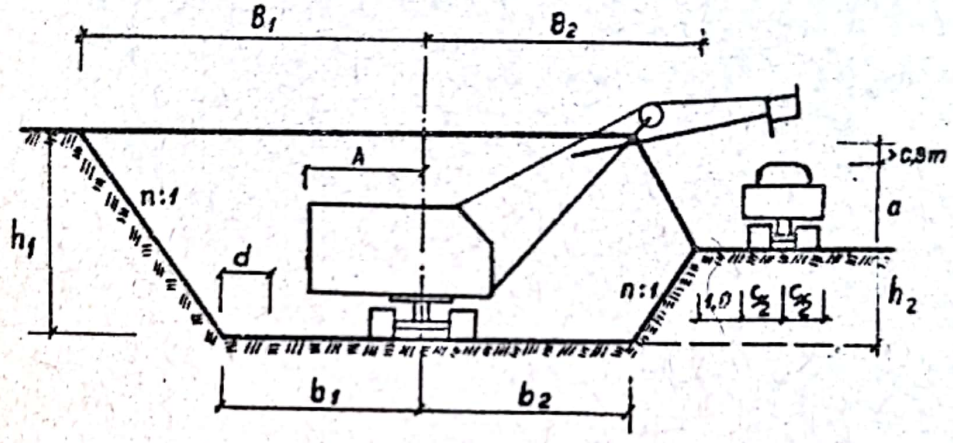


Fig. 1.3.

b) Dimensiunile h_2, B_2, b_2 ale secţiunii rezultă din condiţiile (1.17). . . (1.19) şi anume :

$$h_2 \leq H_d^{'} - (a + 0,8) \qquad (1.17)$$

în care 0,8 m, reprezintă spaţiul de siguranţă de deasupra cabinei autovehiculului

$$B_2 \leq R_d^{''} - \left(\frac{c}{2} + 1,0\right) \qquad (1.18)$$

în care 1,0 reprezintă lăţimea banchetei de siguranţă necesară pentru circulaţia autovehiculului la partea superioară a taluzului ;

$$b_2 \leq B_2 - \frac{h_2}{n} \qquad (1.19)$$

Dimensiunea b_2 trebuie să îndeplinească şi condiţia (1.7), care este în general satisfăcută, precum şi condiţia (1.8).

c) Dacă nu este satisfăcută condiţia (1.8) se determină pentru b_2 şi B_2 valorile

$$b_2' = A + d \qquad (1.2o)$$

$$B_2' = R_d' - \left(\frac{c}{2} + 1,o \right) \qquad (1.21)$$

iar h_2' rezultă din relaţia :

$$B_2' = b_2' + \frac{h_2'}{n} \qquad (1.22)$$

având expresia :

$$h_2' = n \left(B_2' - b_2' \right) \qquad (1.23)$$

Înălţimea h_2' mai trebuie să îndeplinească condiţia :

$$h_2' \leq H_d'' - (a + o,8) \qquad (1.24)$$

Cotele pentru jumătatea din stînga a secţiunii h_1, b_1, B_1, se stabilesc ca la pct. 1.1.1.

Exemplu numeric

Capacitatea excavatorului 1,o m^3 (excavator E 1oo3). Taluzul pămîntului săpat este stabil la înclinarea de 1,5 : 1

1.1.1. Excavatorul se deplasează la aceeaşi cotă cu autovehiculele.

a) Se extrag din cataloagele de utilaje

$H_s' = 8,o$ m

$R_s' = 9,8$ m

$A = 3,3$ m

c = 2,4 m

b) Se stabilesc într-o primă aproximaţie dimensiunile săpăturii.

$$h_1 = H_s' = 8,0 \text{ m}$$

$$B_1 = R_s'' = 0,8\, R_s' = 0,8 \times 9,8 = 7,8 \text{ m}$$

$$b_1 = B_1 - \frac{h_1}{n} = 7,8 - \frac{8,0}{1,5} = 2,5 \text{ m}$$

c) Se verifică condiţiile (1.7) şi (1.8)

$$R_{so} = 0,7\, R_s' = 0,7 \times 9,8 = 6,8 \text{ m}$$

$$A + d = 3,3 + 0,5 = 3,8 \text{ m}$$

d) Condiţia (1.7)

$b_1 \leqslant R_{so}$, este îndeplinită deoarece $2,5 < 6,8$ m

e) Condiţia (1.8)

$b_1 \geqslant A + d$ nu este îndeplinită deoarece $2,5 < 3,8$ m

Se ia $b_1'' = A + d = 3,8 \text{ m} < R_{so} = 6,8 \text{ m}$

Se formează sistemul (1.14)

$$\begin{cases} 3,8 = B_1'' - \dfrac{h_1''}{n} \\ B_1'' = 9,8 \left(1,3 - \dfrac{h_1''}{2 \times 8,0}\right) \end{cases}$$

din care rezultă :

$$h_1'' = 7,0 \text{ m}$$

$$B_1'' = 8,5 \text{ m}$$

Se verifică condiţia (1.4)

$$0,6\, H_s' = 0,6 \times 8,0 = 4,8 \text{ m}$$

$$4,8 \text{ m} < h_1'' = 7,0 \text{ m} < 8,0 \text{ m}$$

Scanned with OKEN Scanner

deci valoarea $h_1'' = 7,0$ m este soluţia sistemului (1.14)

f) Se pune condiţia ca între excavator şi taluz să circule o autobasculantă.

Conform (1.16)

$$b_1'' = A + 2d + c = 3,3 + 2 \times 0,5 + 2,4 = 6,7 < R_{so} = 6,8 \text{ m}$$

Se formează sistemul (1.14)

$$\begin{cases} 6,7 = B_1'' - \dfrac{h_1''}{1,5} \\ B_1'' = 9,8 \left(1,3 - \dfrac{h''_1}{2 \times 8,0}\right) \end{cases}$$

Se obţine soluţia $h_1'' = 4,7 < 0,6\, H_s'' = 4,8$ m

Se formează în acest caz sistemul 1.15

$$\begin{cases} 6,7 = B_1'' - \dfrac{h_1''}{1,5} \\ B_1'' = 9,8 \left(0,7 + \dfrac{h_1''}{2 \times 8,0}\right) \end{cases}$$

care dă soluţiile : $h_1'' = 2,9$ m $< 0,6\, H_s' = 4,8$ m

$B_1'' = 8,6$ m

1.1.2. Excavatorul se deplasează la un nivel inferior faţă de cel la care circulă autobasculantele.

a) Se extrag din catalogul de utilaje

$H_d' = 5,5$ m

$R_d'' = 8,0$ m

$R_d' = 8,7$ m

$H_d'' = 3,3$ m

$a = 2,2$ m

b) $h_2 = H'_d - (c + 0,8) = 8,5 - (2,2 + 0,8) = 2,5$ m

$b_2 = R''_d - \left(\frac{c}{2} + 1,0\right) = 8,0 - \left(\frac{2,4}{2} + 1,0\right) = 5,8$ m

$b_2 - B_2 - \frac{h_2}{n} = 5,8 - \frac{2,5}{1,5} = 4,1$ m

c) Verificarea condiţiei (1.8)

$b_2 = 4,1 > A + d = 3,8$ m

Condiţia este satisfăcută.

Scanned with OKEN Scanner

1.2. Executarea săpăturilor cu excavatorul echipat lingură întoarsă sau draglină.

A. Tema lucrării

Să se întocmească fişe tehnologică pentru executarea unei tranşei de adîncime maximă cu un excavator echipat cu lingură întoarsă sau draglină care descarcă în autovehicule sau în depozit.

B. Indicaţii pentru rezolvare

1.2.1. Excavatorul descarcă în cutovehicule.

Forma săpăturii este un trapez isoscel cu baza mică în jos.

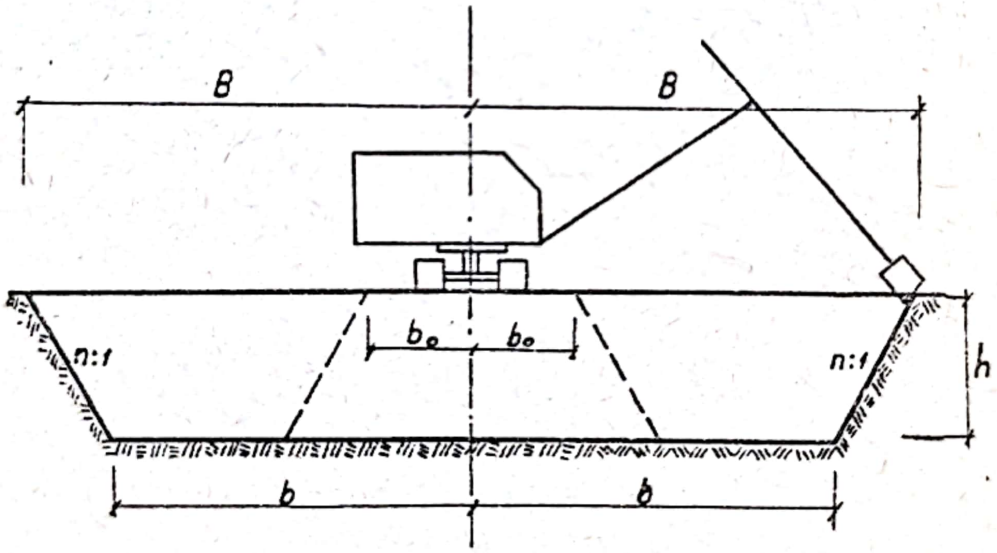


Fig. 1.4

a) Se extrag din catalogul de utilaje valorile :

U_s = adîncimea maximă de săpare ;

R'_s = raza maximă de săpare.

b) Se stabilesc dimensiunile maxime ale secţiunii săpate

$$h \leq U_s \qquad (1.25)$$

$$2B \leq 2R'_s \qquad (1.26)$$

$$2b = 2B - 2\frac{h}{n}$$

1.2.2. Excavatorul descarcă în depozit

Schema de lucru este arătată în fig. 1.5.

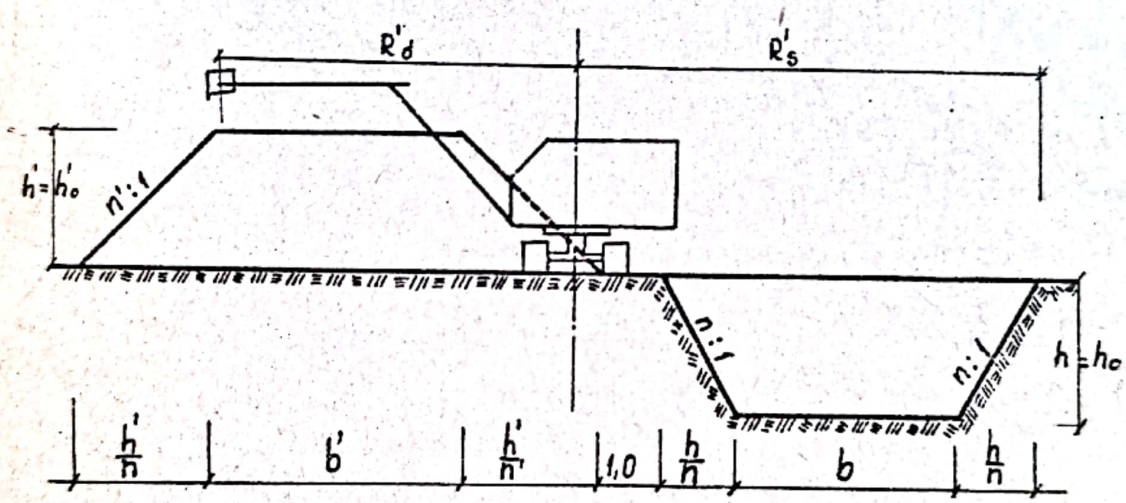


Fig. 1.5.

a) Se extrag din catalog în afara caracteristicilor de la pct.1.2.1. a şi următoarele date :

R'_d = raza maximă de descărcare

H'_d = înălţimea maximă de descărcare

A = gabaritul de rotaţie al excavatorului

b) Se scrie condiţia pentru adîncimea săpăturii

$$h \leq U_s \qquad (1.28)$$

c) Se scriu condiţiile pentru înălţimea depozitului :

- să fie posibilă descărcarea materialului

$$h' \leq R'_d - 0,5 \qquad (1.29)$$

în care 0,5 m este spaţiul de siguranţă la descărcare

- să fie asigurată posibilitatea de rotire a excavatorului fără să pericliteze securitatea muncitorilor ce s-ar afla între el şi taluz.

$$R'_d - \frac{h'}{n} \geq A + d \qquad (1.30)$$

de unde :

$$h' \leq n' (R'_d - A - d) \qquad (1.31)$$

în care d = 1,0 este spaţiul de siguranţă

d) Se scrie condiţia ca excavatorul să atingă punctele cele mai îndepărtate în care sapă şi descarcă :

$$b' + \frac{h'}{n'} + 1,0 + 2\frac{h}{n} + b \leq R'_s + R'_d \qquad (1.32)$$

în care 1,0 este bancheta de siguranţă între depozit şi transee.

e) Se scrie condiţia ca pământul săpat, înfoiat, să încapă în depozit :

$$S \cdot i \leq S' \qquad (1.33)$$

sau

$$(b + \frac{h}{n}) h \cdot i \leq (b' + \frac{h'}{n'}) h' \qquad (1.34)$$

în care : i, este indicile de înfoiere a pământului săpat

S, secţiunea săpată

S', secţiunea depozitului

f) Se rezolcă sistemul alcătuit din ecuaţiile 1.3.3. şi 1.3.4 admiţând pentru h valoarea maximă ce rezultă din condiţia (1.2.a) iar pentru b' valoarea maximă ce satisface simultan condiţiile (1.29) şi (1.31)

Din sistemul :

$$\begin{cases} b' + \frac{h'}{n'} + 2\frac{h}{n} + b \leqslant R'_s + R'_d - 1,o \\ (b + \frac{h}{n})\, h\, i \leqslant (b' + \frac{h'}{n'})\, h' \end{cases} \qquad (1.35)$$

se determină valorile b şi b'

g) Dacă la rezolvarea sistemului (1.35) rezultă

$$b < 0 \qquad (1.36)$$

se înlocuieşte în aceasta valoarea b = o

şi se determină h şi b'

h) Dacă la rezolvarea sistemului (1.35) rezultă

$$b' < 0 \qquad (1.36)$$

se înlocuieşte în aceasta valoarea b' = 0 şi se determină

h' şi b

i) Dacă la rezolvarea sistemului rezultă

$$b < 0$$
$$b' < 0 \qquad (1.37)$$

se înlocuieşte în aceasta b = 0 şi b' = 0 şi se determină h şi h'.

Observaţie : soluţiile $b \leqslant 0$ sau $b' \leqslant 0$ arată că forma săpăturii, respectiv a depozitului, nu este un trapez ci un triunghi.

C. Exemplu numeric

1.2.1. Descărcarea se face în autovehicule

Capacitatea excavatorului 0,3 m^3 ;

Echipament lingură întoarsă

Taluzul pământului este stabil în săpătură la înclinarea 1,5 : 1

a) Caracteristicile de lucru ale excavatorului

$U_s = 2,6$ m

$R'_s = 7,8$ m

$F = 2,8$ m

b) Dimensiunile secţiunii săpate

$h = U_s = 2,6$ m

$2B = 2R'_s = 2 \times 7,8 = 15,6$ m

$2b = 2B - \frac{2h}{n} = 15,6 - 3,5 = 12,1o$ m

1.2.2. Descărcarea se face în depozit

Capacitatea excavatorului 1.o m^3

Echipament draglină cu înclinarea săgeţii faţă de orizontală

$\alpha = 3o^o$.

Taluzul pământului este stabil în săpătură la o înclinare 1,5 : 1 iar în umplutură 1 : 1

Indicile de înfoiere al pământului i = 1,2

a) Caracteristicile de lucru

$U_s = 8,o$ m

$R'_s = 17,5$ m

$H'_d = 5,7$ m

$R'_d = 15,4$ m

$A = 3,3$ m

b) $n = 8,0$ m

c) $h' \leq H'_d - 0,5 = 5,7 - 0,5 = 5,2$ m

$h' \leq n' (R'_d - A - d) = 1 (15,4 - 3,3 - 1,0) = 11,1$ m

rezultă

$h' = 5,2$ m

d) Condiţia (1.32)

$$b' + 5,2 + 1,0 + 2 \frac{8,0}{1,5} + b \leq 17,5 - 15,4$$

e) Condiţia (1.34)

$$\left(b + \frac{8,0}{1,5} \right) 8,0 \times 1,2 \leq (b' + 5,2)\, 5,2$$

Sistemul

$$\begin{cases} b' + b = 16 \\ 9,6\, b - 5,2\, b' = 5,2^2 - \frac{64}{1,5} 1,2 \end{cases}$$

dă soluţiile $b = 4$ m

$b' = 12$ m

1.3. Stabilirea numărului optim de mijloace necesare pentru transportul pământului săpat mecanizat.

A. Tema lucrării

Să se stabilească numărul optim de autobasculante necesare pentru transportul pământului săpat cu un excavator de capacitate q, cu echipament de tip E.

Se sapă în categoria de pământ P .

Autobasculantele au capacitatea G, în tone , şi transportă pământul la distanţă D, circulînd în oraş (în afara oraşului) pe drum de categoria C .

B. Indicaţii pentru rezolvare

a) Se extrag următoarele date preliminare

- din normativele de timp şi tarife unitare (NTPU) cap 44 se extrage norma de timp t a utilajului pentru echipamentul şi categoria de teren respectivă.

- din [1] tabelul 3.9 se aleg valorile corespunzătoare pentru vitezele de circulaţie ale autobasculantelor pline (v_p) şi goale (v_g)

- din [1] tabelul 4.1 se extrage densitatea aparentă ρ_a a terenului netulburat, în funcţie de categoria sa ;

- din anexa 1 tabelul 4.1. se extrag costurile unitare pe ora de funcţionare c' pentru autobasculantă şi c" pentru excavator.

b) Productivitatea tehnică la încărcare se calculează cu expresia :

$$P_{ti} = \frac{100}{t_{K_1}} \qquad (1.38)$$

în care t, în ore/loc m^3 este norma de timp pentru săparea a loc m^3; se extrage din catalogul "Normative de timp şi preţuri unitare (NTPU) cap. 44 în funcţie de echipamentul excavatorului, natura terenului şi condiţiile de lucru ; $K_1 = \frac{7}{8} =$ = 0,875 şi se introduce în expresia 1.4. deoarece în NTPU este dată productivitatea de exploatare în care K_1 = 0,875 iar $K_2 = K_3 = K_4 = 1,0$

c) Se determină elementele ciclului de bază pentru transportul pământului săpat şi durata totală a acestuia.

Durata de încărcare t_i , în minute :

$$t_i = \frac{G}{\rho_a} \times \frac{60}{P_{ti}} + t_{mi} \qquad (1.39)$$

în care ρ_a , în t/m^3 este densitatea aparentă a pământului nesăpat; P_{ti}, în m^3/h, productivitatea tehnică a mijlocului de încărcare; $t\ m_i$, în minute, timpul de manevră la încărcare (t_{mi} = 0,5 ... 1,5)

Durata de transport plin t_p în minute

$$t_p = \frac{60\ D}{v_p} \qquad (1.40)$$

Durata de transport gol t_g, în minute

$$t_g = \frac{60\ D}{v_g} \qquad (1.41)$$

Durata de descărcare t_d, în minute

$$t_d = \frac{G}{\rho_a} \times \frac{60}{P_{td}} + t_{md} \qquad (1.42)$$

Descărcarea se face prin basculare

$$t_d = 1,0 + t_{md} \qquad (1.43)$$

în care t_{md}, este timpul de manevră la descărcare; $t_{md} = t_{mi}$

Durata totală a ciclului de bază de transport este

$$T_o = t_i + t_p + t_g + t_d \qquad (1.44)$$

d) Se determină numărul teoretic de autobasculante cu relaţia

$$m_o = \frac{T_o}{t_1} \qquad (1.45)$$

e) Se admite că numărul real de autobasculante este $m_1 \leq m_o$; valoarea m_1 este numărul întreg cel mai apropiat de m_o .

Se calculează factorul de serviciu, φ_1 cu formula

$$\varphi_1 = \frac{(m_1 + m_o) - \sqrt{(m_1 + m_o)^2 - 4 m_1 (m_o - 1)}}{2 (m_o - 1)} \qquad (1.46)$$

Se calculează costul unitar al săpării şi transportului pămîntului cu relaţia

$$c_1 = \frac{m_1 c' + c''}{\rho_{ti} K_1} \qquad (1.47)$$

f) Se admite că numărul real de autobasculante este $m_2 > m_o$. Valoarea m_2 este numărul întreg cel mai apropiat de m_o.
Se calculează factorul de serviciu φ_2 şi costul unitar c_2 cu relaţiile (1.46) şi (1.47) în care se înlocuieşte m_1 prin m_2

g) Se determină sensul de variaţie al costului unitar c.
Dacă costul unitar c creşte de la c_1 la c_2 cînd numărul autobasculantelor creşte de la m_1 la m_2 se admite pentru numărul autobasculantelor valoarea m_3 reprezentînd numărul întreg cel mai apropiat de m_1, dar mai mic decît acesta ($m_3 < m_1$).
Dacă costul unitar scade de la c_1 la c_2 cînd numărul autobasculantelor creşte de la m_1 la m_2 se admite pentru numărul autobasculantelor valoarea m_3 reprezentînd numărul întreg cel mai

apropiat de m_2, dar mai mare decît acesta ($m_3 > m_2$).

Pentru noua valoare $m = m_3$ se calculează factorul de serviciu φ_3 și costul unitar c_3 cu relațiile (1.46) și (1.47) în care se înlocuiește m_1 prin m_3 .

h) Se reprezintă grafic cele trei costuri unitare calculate (fig. 1.6)

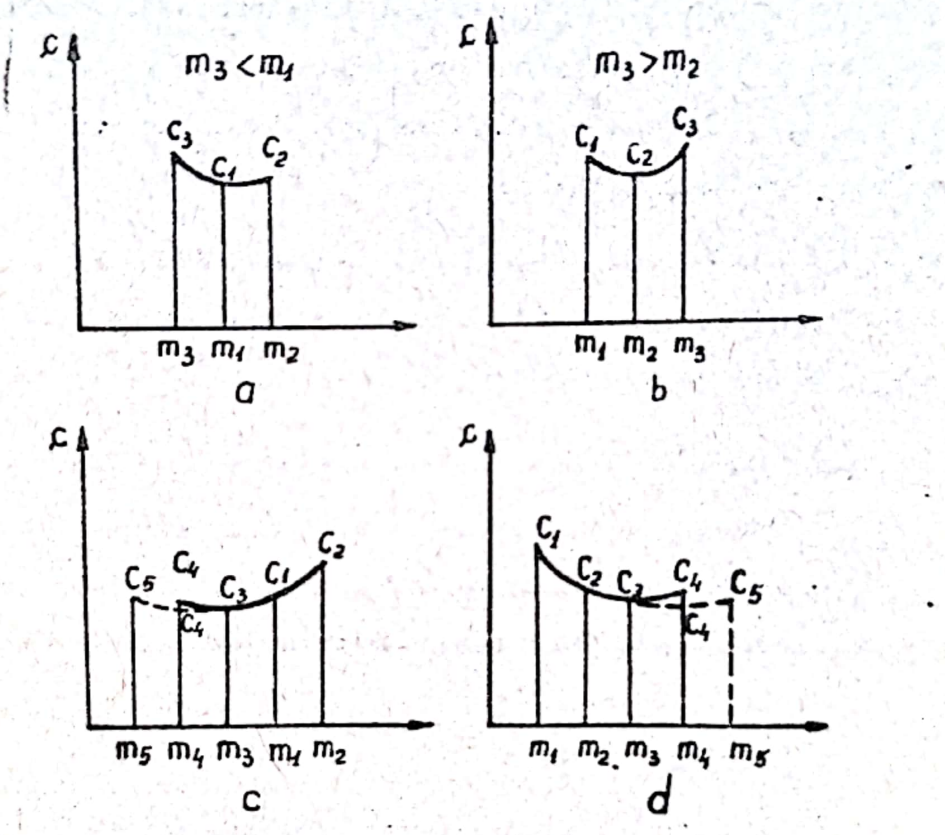


Fig. 1.6

Se analizează rezultatele din grafic.

Pot exista următoarele situații :

- Dacă graficul arată ca în fig. 1.6 a sau b, adică valoarea c_3 schimbă sensul de variație a costului problema este rezolvată, costul minim fiind c_1 în cazul din fig. 1.6. a, respectiv c_2 în cazul din fig. 1.6. b.

- Dacă graficul arată ca în fig. 1.6. c sau d , adică valoarea c_3 continuă să scadă faţă de precedenta (c_1 în fig. 1.6.c, respectiv c_2 în fig. 1.6.d) este necesar să se mai continue încercările cu valori $m = m_4$, $m = m_5$, etc. mai mici, respectiv mai mari decît m_3., pînă ce se schimbă alura de variaţie a graficului.

Sînt suficiente în general însă 3 sau maximum 4 încercări. Numărul optim de autobasculante este cel ce corespunde costului unitar minim, în afară de cazul în care rezultă costuri unitare sensibil egale, cînd se alege soluţia cu productivitatea de exploatare cea mai mare.

i) Productivitatea de exploatare a ansamblului de utilaje excavator - autobasculante rezultă din relaţia de la numitorul expresiei (1.47) şi anume :

$$P_{ex} = P_{ti} \cdot K_1 \cdot K_2$$

în care P_{ti} este productivitatea tehnică a mijlocului de încărcare, $K_1 = 0.875$, este coeficientul întreruperilor normate, K_2 este factorul de serviciu corespunzător numărului de basculante ce dă costul c minim.

C. Exemplu numeric

Excavator echipat cu lingură dreaptă avînd capacitatea $q = 1,0\ m^3$. Categoria terenului P = III, marne moi şi argile nisipoase cu pietriş.

Autobasculantele circulă în oraş pe drum de categoria C = III

$G = 4,5$ t

$D = 2$ km

a) Se extrag din documentaţia tehnică următoarele valori :

- din NTPU cap 44 A_1 f_1 C t_s = NTU = 2,1o ore/1oo m^3

- din [1] tabelul 3.9. pentru drum de categoria III în oraşe $v_p = v_g$ = 15 km/h.

- din [1] tabelul 4.1. ρ = 17oo...19oo; fără alte precizări se alege ρ_a = 18oo kg/m^3.

- din anexă, tabelul 1.1 se extrag valorile

c^1 = 4o lei/h

c^1 = 13o lei/h

b) Productivitatea tehnică a mijlocului de încărcare

$$p_{ti} = \frac{1oo}{t_s \cdot k_1} = \frac{1oo}{2,1 \cdot o,875} = 54,4 \text{ m}^3/\text{h}$$

c) Ciclul de bază la transportul pământului

Relaţia 1.39 : $t_1 = \frac{G}{\rho_a} \frac{6o}{p_{ti}} + t_{mi} = \frac{4,5}{1,8} \frac{6o}{54,4} + 1,3 = 4'$

Relaţia 1.4o : $t_p = \frac{6o\ D}{v_p} = \frac{6o \times 2}{15} = 8'$

Relaţia 1.41 : $t_g = \frac{6o\ D}{v_g} = \frac{6o \times 2}{15} = 8'$

Relaţia 1.43 : $t_d = 1,o + t_{md} = 1,o + 1,o = 2'$

Relaţia 1.44 : $T_o = t_i + t_p + t_g + t_d = 4' + 8' + 2' = 22'$

d) Numărul teoretic de autobasculante

$$m_o = \frac{T_o}{t_i} = \frac{22}{4} = 5,5$$

e) Se admite $m_1 = 5$

Relaţia 1.46

$$\varphi_1 = \frac{(m_1 + m_o) - \sqrt{(m_1 + m_o) - 4m_1 (m_o - 1)}}{2 (m_o - 1)}$$

$$\varphi_1 = \frac{5 + 5{,}5 - \sqrt{10{,}5^2 - 4 \cdot 5 \cdot 4{,}5}}{2 \cdot 4{,}5} = 0{,}66$$

Relaţia 1.47

$$c_1 = \frac{m_1 \; c' + c''}{Pti \cdot K_1 \cdot}$$

$$c_1 = \frac{5 \cdot 40 + 130}{54{,}4 \times 0{,}785 \times 0{,}66} = 10{,}51 \text{ lei/m}^3$$

f) Se admite $m_2 = 6$

$$\varphi_2 = \frac{6 + 5{,}5 - \sqrt{11{,}5^2 - 4 \times 6 \cdot 4{,}5}}{2 \times 4{,}5} = 0{,}73$$

$$c_2 = \frac{6 \times 40 + 130}{54{,}4 \times 0{,}875 \times 0{,}73} = 11{,}33 \text{ lei/m}^3$$

g) Costul variază ca în fig. 1.6.a

Se admite $m_3 = 4$

$$\varphi_3 = \frac{4 + 5{,}5 - \sqrt{9{,}5^2 - 4 \cdot 4 \cdot 4{,}5}}{2 \times 4{,}5} = 0{,}58$$

$$c_3 = \frac{4 \times 40 + 130}{54{,}4 \times 0{,}875 \times 0{,}58} = 10{,}50 \text{ lei/m}^3$$

Se constată scăderea în continuare a costului unitar însă numai cu 0,01 lei/m^3, ceea ce nu mai este esenţial. O încercare cu $m_4 = 3$, va duce sigur la schimbarea sensului de variaţie

$$\varphi_4 = \frac{3 + 5{,}5 - \sqrt{8{,}5^2 - 4 \times 3 \times 4{,}5}}{2 \times 4{,}5} = 0{,}47$$

$$c_4 = \frac{3 \times 40 + 130}{54{,}4 \times 0{,}875 \times 0{,}47} = 11{,}17 \text{ lei/m}^3$$

Scanned with OKEN Scanner

Este important de arătat însă că soluţia optimă nu va fi de această dată $m = m_3 = 4$, căreia îi corespunde c_3 = 1o,5o lei/m^3, ci $m = m_1 = 5$, căreia îi corespunde c_1 = 1o,51 deoarece la o diferenţă de numai o,ol lei/m^3 rezultă o productivitate mult sporită.

Pentru $m = m_1 = 5$

$P_{ex} = P_{ti} \cdot K_1 \cdot K_2 = 54,4 \times 0,875 \times 0,66 = 31,42\ m^3/h$

Pentru $m = m_3 = 4$

$P_{ex4} = 54,4 \times 0,875 \times 0,58 = 27,61\ m^3/h.$

Capitolul 2. Lucrări din beton precomprimat.

2.1. Lucrări pregătitoare pentru precomprimarea elementelor din beton armat precomprimat cu procedeul de ancorare inel - con.

A. Tema lucrării.

Să se verifice caracteristicile materialelor, a mijloacelor folosite şi să se întocmească programul de precomprimare, cunoscînd proiectul de execuţie al elementului precomprimat.

B. Indicaţii pentru rezolvare.

Verificarea materialelor, a aparaturii de control şi a utilajelor de precomprimare are drept scop să asigure realizarea forţei de precomprimare prevăzută în proiect, pentru a preveni reducerea siguranţei la fisurare şi a capacităţii portante la transfer şi în exploatare.

2.1.1. Diagrama efort - deformaţii specifică, se trasează pentru fiecare lot de sîrme livrate pe şantier, folosindu-se pentru aceasta aceleaşi prese ca şi pentru precomprimare, în care se prind sîrmele. Lungimea minimă a sîrmelor trebuie să fie de minimum 1o m. Încercarea se face în trepte de σ= 1ooo daN/cm^2 pînă la o,8 R_a^n ; la fiecare treaptă se măsoară alungirile în mm.

2.1.2. Verificarea manometrelor de lucru, se face la începutul unei lucrări, cel puţin odată pe săptămînă şi ori de cîte ori aparatura a suferit şocuri. Se foloseşte un dispozitiv, fig. 2.1., alcătuit din ţeavă de presiune la care se montează în paralel manometrul ce se verifică şi un manometru

de control. Verificarea s face pentru presiuni mai mari decît cele necesare precomprimării.

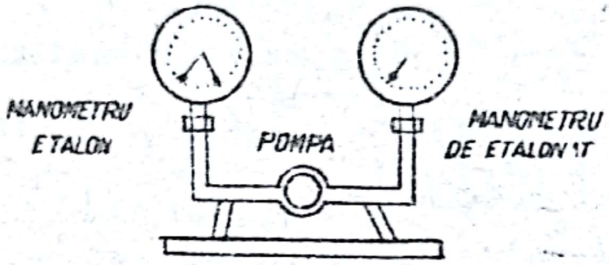


Fig. 2.1

2.1.3. Determinarea frecărilor interioare ale fiecărei prese se face cel puţin odată pe an şi de fiecare dată cînd se schimbă garniturile de etanşare a pistonului. Condiţiile de încercare trebuie să fie cît mai apropiate de cele de lucru (lichid utilizat, temperatură, lungimea cursei pistonului, presiunea de lucru, etc).

Se foloseşte un fascicol drept, montat astfel încît să nu se producă frecări pe traseu, la un capăt se montează presa la care se determină frecările interioare iar la celălalt capăt un diametru sau o presă etalon (la care se cunosc frecările), fig.2.2

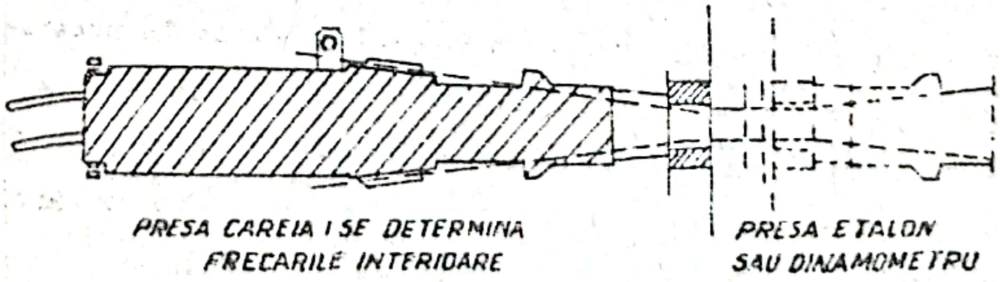


Fig. 2.2

Frecarea interioară exprimată în procente va fi :

$$f_i = \frac{F - F_o}{F_o} \cdot 100 \qquad (2.1)$$

unde :

$F = p \cdot A_p$, forţa de la presa ce se verifică, daN

p = presiunea citită la manometrul de la presa ce se verifică în daN/cm^2

A_p = aria pistonului presei ce se verifică, în cm^2

F_o = forţa reală citită la dinamometru sau, atunci cînd se foloseşte o presă etalon, valoarea calculată cu expresia :

$$F_o = p_o \cdot A_p \left(1 - \frac{f_o}{100}\right) \qquad (2.2)$$

p_o = presiunea citită la presa etalon, în daN/cm^2

f_o = frecările interioare, cunoscute la presa etalon.

2.1.4. Determinarea pierderilor de tensiune prin frecare pe traseu, se face la primul element ce se precomprimă, dintr-o serie de mai multe elemente. Se întinde un fascicol cu ajutorul a două prese cîte una la fiecare capăt. Se începe întinderea cu ambele prese pînă la 1/5 ... 1/6 din presiunea corespunzătoare forţei de control ; se continuă apoi întinderea cu o singură presă (denumită presă activă) pînă la presiunea maximă p_1 şi se determină forţa $F_1 = p_1 \cdot A_p$; se citeşte în acest moment presiunea p_2 la a doua presă (denumită pasivă) şi se determină forţa $F_2 = p_2 \cdot A_p$. In presiunile citite sînt incluse frecările interioare ale preselor, ce se cunosc.

Coeficientul (c_r) de pierderi de tensiune datorită fre-

rilor pe traseu este raportul dintre diferența de efort de la cele două capete ale fascicolului și efortul total, calculat cu relația :

$$c_f = \frac{(F_1 - \frac{f_1}{100} F_1) - (F_2 - \frac{f_2}{100} F_2)}{(F_1 - \frac{f_1}{100} F_1)} \quad \text{sau}$$

$$c_f = \frac{P_1 (1 - \frac{f_1}{100}) - P_2 (1 - \frac{f_2}{100})}{P_1 (1 - \frac{f_1}{100})} \qquad (2.3)$$

unde f_1 și f_2 reprezintă frecările interioare ale preselor.

2.1.5. Determinarea pierderilor de tensiune la transfer ; aceste pierderi se datoresc deformațiilor plastice ale ancorajelor (inel - con) și alunecării sîrmelor în ancoraj pînă la realizarea blocării complete.

Determinarea se face pe un fascicol drept care se întinde și se blochează ; se notează cu p presiunea la manometru înainte de a începe blocarea. După 2o ... 3o minute se reia operația de întindere și se urmărește presiunea la manometru, care crește la început foarte repede, avînd o cădere în momentul deblocării; se notează presiunea la manometru în momentul deblocării p'.

Coeficientul pierderilor de tensiune la transfer va fi :

$$c_t = \frac{p - p'}{p} \qquad (2.4)$$

Obs : Dacă între blocarea unui fascicol și deblocarea lui s-au întins și alte fascicole din același element de beton, coeficien-

tul c_t' stabilit în acest fel va conține și influența pierderilor de tensiune datorită întinderii succesive a tuturor fasciculelor.

Întocmirea programului de precomprimare.

Programul de precomprimare cuprinde succesiunea în care urmează să se execute întinderea fasciculelor, determinarea forțelor și presiunilor de control, N_k și p_k, și a alungirilor de control corespunzătoare fiecărui fascicol precum și precizarea măsurilor speciale cum ar fi momentul și modul cum se face descintrarea.

2.1.6. Determinarea forței de control. Cunoscînd frecarea intrioară a preselor (f_i), coeficientul de pierderi de tensiune prin frecare pe traseu (c_f) și coeficientul pierderilor de tensiune la transfer (c_t) se determină forța de control cu expresia :

$$N_{k_2} = \frac{N_p}{\left(1 - \frac{f_i}{100} - \frac{1}{2}c_f - c_t\right)}$$ pentru fasciculele ce se întind de la ambele capete (2.6)

$$N_{k_1} = \frac{N_p}{\left(1 - \frac{f_i}{100} - c_f - c_t\right)}$$ pentru fasciculele ce se întind de la un singur capăt (2.5)

Pentru că în timpul operației de întindere a fasciculului se măsoară presiunea, se determină presiunea de control p_k, cu expresia :

$$p_k = \frac{N_k}{A_p} \qquad (2.7)$$

Intinderea armăturii pînă la valoarea finală a presiunii corespunzătoare forţei de control se face în 4...5 trepte. Treptele se fixează după următoarele criterii :

- presiunea corespunzătoare treptelor trebuie să coincidă cu una din diviziunile cadranului manometrului,

- primele două trepte vor fi egale între ele şi cel mult 1/6 din presiunea finală,

- următoarele trepte vor fi egale între ele şi vor avea valoarea cel mult dublă primei trepte,

- ultima treaptă se alege în funcţie de valoarea forţei de control.

2.1.7. Determinarea alungirii de control, se face cu relaţia :

$$\delta \lambda_p = \lambda \varepsilon_p$$

unde :

λ = lungimea fasciculului între ancoraje

ε_p = alungirea specifică, determinată din diagrama efort deformaţii pentru σ_p.

2.1.8. Inscrierea în fişa de precomprimare : Fişa de precomprimare este un formular special ce se completează cu datele de recunoaştere a elementului, datele calculate în programul de precomprimare şi cele măsurate pe element în timpul precomprimării; se înscriu înainte de începerea operaţiei de precomprimare următoarele date :

- întreprinderea ce execută precomprimarea,

- şantierul pe care se face precomprimarea,

- punctul de lucru
- data la care se efectuează operaţia de precomprimare şi temperatura aerului exterior,
- tipul presei utilizate,
- lungimea între repere,
- alungirea prevăzută (de control),
- presiunile de lucru la : tensionare şi blocare.

C. Exemplu de calcul.

Să se verifice caracteristicile materialelor, mijloacele folosite şi să se întocmească programul de precomprimare pentru grinzile cu următoarele caracteristici extrase din proiectul de execuţie ; fascicole 24Ø5 SBP I, lungimea fascicolelor între ancoraje 18,77 m, forţa de precomprimare 5oo KN.

Pentru precomprimare se folosesc prese tip BAC-INCERC de 6oo KN; pentru etalonare se foloseşte o presă cu următoarele caracteristici: suprafaţa pistonului A_{po} = 157,8 cm^2 şi coeficientul de frecare interioară 2K.

1. Diagrama efort deformaţii. In fig. 2.3 se prezintă diagrama efort deformaţii determinată pe un cablu de 2o m. Modulul de elasticitate determinat experimental are valoarea 1.7oo.ooo daN/cm^2.

2. Manometrele corespund cerinţelor impuse de operaţia de precomprimare.

3. Determinarea frecărilor interioare :

Valori experimentale: presiunea la presa etalon p = 4oo daN/cm^2; suprafaţa pistonului 157,5 cm^2; presiunea la presa etalon p_o=39o daN/cm^2.

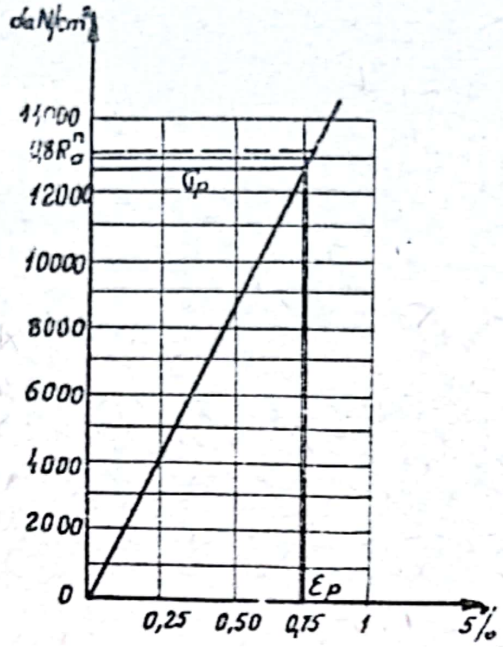


Fig. 2.3

$$f_1 = \frac{F - F_o}{F_o} = \frac{63.000 - 60.000}{60.000} = 0,05 = 5\ \%$$

$F = p \cdot A_p = 400 \cdot 157,5 = 63.000$ daN

$F_o = p_o \cdot A_{po} = 390 \cdot 157,8 = 60.000$ daN

4. Determinarea pierderilor de tensiune prin frecare :

Date experimentale :

- pentru presa activă : presiunea $p_1 = 380$ daN/cm^2, pierderi interioare $f_1 = 2\ \%$.

- pentru presa pasivă : presiunea $p_2 = 365$ daN/cm^2; pierderi interioare 5,2 %.

Coeficientul de frecare este :

$$c_f = \frac{(F_1 - \frac{f_1}{100} F_1) - (F_2 - \frac{f_2}{100} F_2)}{(F_1 \frac{f_1}{100} F_1)} =$$

$$= \frac{(60000 - \frac{2}{100} 60000) - (56500 - \frac{5,2}{100} 56500)}{(60000 - \frac{2}{100} 60000)} = 0,095$$

5. Pierderi de tensiune la transfer.

Date experimentale: presiunea la blocare p=350 daN/cm^2, presiunea la deblocare p' = 325 daN/cm^2.

Coeficientul pierderii prin transfer :

$$c_t = \frac{p - p'}{p} = \frac{350 - 325}{350} = 0,071$$

6. Determinarea forţei de control :

$$N_k = \frac{N_p}{(1 - \frac{f_i}{100} - 0,5\, c_f - c_t)} =$$

$$N_k = \frac{50000}{(1 - \frac{5,2}{100} - 0,5 \cdot 0,095 - 0,071)} = 61.000 \text{ daN}$$

Determinarea presiunii de control :

$$P_k = \frac{N_k}{A_p} = \frac{61000}{157,8} = 385 \text{ daN/cm}^2$$

7. Determinarea alungirii de control.

Din diagrama efort deformaţii pentru efortul din cablu σ_p corespunzător sarcinii de control ε_p = 0,76%, rezultă alungirea de control :

$$\lambda\varepsilon_p = 1877 \cdot \frac{0,76}{100} = 14,25 \text{ cm} = 142,5 \text{ mm}$$

8. Inscrierea în fişa de precomprimare. În fig.2.4. se prezintă fişa de precomprimare cu datele pregătite în programul de precomprimare.

Scanned with OKEN Scanner

FISA DE PRETENSIONARE NR. 14

Intreprinderea executantă: Facultatea de Construcții
Santierul: Anul II grupa S221 Punct lucru: Stand de precomprimate
Data: 7.10.1972
Temperatura: +10°C

Elementul: Grindă nr 10
Rezistența beton. la precomprimare: 400 daN/cm²
Fascicol nr. 1
Tipul fascicolului: 24 ϕ 5 SBP I

Tipul presei BAC-INCERC 600 KN
Lungimea între repere 19,95 m.
Alungirea prevăzută 142±7 mm
Intrarea maximă admisibilă a sîrmelor în ancoraj: 5 mm.

Presiunea la:
-pretensionare: 386 at
-blocare: 325 at

Presiunea at.	Efortul real la presă daN	CITIRI BRUTE capăt 1 mm	CITIRI BRUTE capăt 2 mm	LUNECARI SIRME capăt 1 mm	LUNECARI SIRME capăt 2 mm	DIFERENTE capăt 1 mm	DIFERENTE capăt 2 mm	TOTAL DIFERENTE CAPAT 1 + 2 mm	TOTAL DIFERENTE CUMULATE 1 + 2 mm	ALUNGIRI TOTALE mm
50	6.500									
100	13.000									
200	26.000									
300	39.000									
386	50.000									

Intrarea sîrmelor în ancoraj Capăt 1 mm Capăt 2 mm

Poziția reperului - după blocare:
- după transfer:

Diferență

Scurtarea sîrmelor între repere și ancoraje:

Intrarea sîrmelor în ancoraje:

OBSERVATII:

Sef echipă, Inginer responsabil, Diriginte,

Fig. 2.4

2.2. Precomprimarea elementelor din beton armat prin procedeul inel - con.

A. Tema lucrării.

Să se execute operaţia de precomprimare a grinzilor pentru care s-au efectuat lucrările pregătitoare.

B. Indicaţii pentru rezolvare.

Prin operaţiile de precomprimare se urmăreşte întinderea fasciculelor pînă la sarcina de control, blocarea acestora în ancorajele inel - con şi verificarea corespondenţei între valorile prevăzute şi cele obţinute la parametrii de control.

Succesiunea operaţiilor este următoarea :

2.2.1. Montarea preselor. - Se desfac sîrmele exterioare cu care este legat fasciculul, se îndepărtează capătul resortului tăiat, la lungimea necesară, şi rozetele ; se introduc sîrmele în elementul de ancoraj inel - con. Se face blocarea în presă a sîrmelor fasciculului, prinsîndu-se între umerii presei şi penele de blocare cîte o pereche sau cîte două perechi, în mod simetric. Fixarea penelor se face prin baterea cu ciocanul paralel cu axul presei.

După blocarea fasciculului se trasează, cu creta, repere pe sîrmele fasciculului ; reperele servesc la măsurarea alungirilor şi la controlul eventualelor alunecări ale sîrmelor. Blocarea fasciculului pe presă trebuie să se facă cu foarte mare atenţie pentru a asigura centrarea perfectă a inelului ancorajului şi a evita suprapunerea sîrmelor, ce ar putea genera ruperi în timpul tensionării sau blocării.

Presa trebuie să reazime în mod obligatoriu pe elementul din beton armat pentru ca scurtarea betonului în timpul operației de precomprimare să se facă simultan cu întinderea armăturii.

Pentru montare se folosesc capre din lemn sau metal de care se agață, prin intermediul unui scripete fix, urechea specială cu care este prevăzută presa.

2.2.2. Întinderea fasciculelor. Pentru executarea operațiilor de întindere se folosesc prese cu dublu efect tip BAC-INCERC pentru forțe de pînă la 600 KN și prese universale cu gol central tip INCERC pentru forțe mai mari.

Presiunea se asigură cu ajutorul unei electropompe, prevăzute cu un pupitru de comandă alcătuit din mai multe robinete acționate de manete (fig.2.5) care au următoarele destinații :

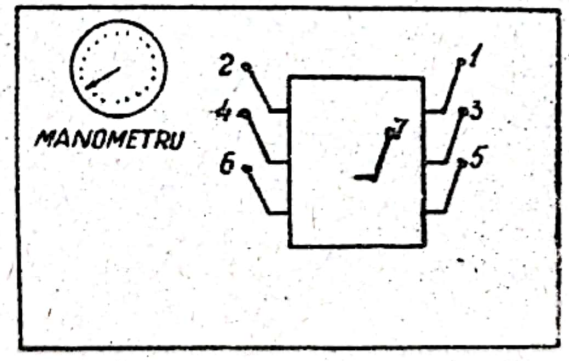


Fig. 2.5

- manetele 1,3 și 5 (din dreapta pupitrului de comandă) servesc la deschiderea și închiderea circuitelor ce permit accesul lichidului sub presiune în compartimentele presei.

- maneta 2,4 şi 6 (din stînga pupitrului de comandă, servesc pentru deschiderea şi închiderea circuitelor ce permit refularea lichidului din compartimentele presei în rezervorul electropompei.

- maneta 7 (în centrul pupitrului de comandă) reglează debitul lichidului sub presiune.

Pentru operaţia de întindere a fasciculelor se lucrează cu două circuite, unul pentru camera de presiune a presei pentru tensionare (manetele 1 şi 2) şi unul pentru camera de blocare (manetele 3 şi 4) se deschid circuitele pentru accesul lichidului sub presiune în camera de întindere (maneta 1) şi circuitul pentru retur din camera de blocare (maneta 4); celelalte robinete sînt închise. De la maneta 7 se reglează debitul.

Intinderea se face în trepte (prevăzute în programul de precomprimare). Pentru fiecare treaptă se citesc presiunile la manometru şi se măsoară alungirile cu o precizie de 1 mm. Se măsoară distanţa dintre un punct fix de pe elementul din beton şi reperele trasate pe sîrme în dreptul umerilor presei.

Măsurătorile se încep după realizarea primei trepte de întindere considerate zero convenţional ; pentru fascicole mari sau trasee cu curburi importante zero convenţional se consideră sfîrşitul treptei a doua.

In timpul tensionării trebuie să se aibă în vedere următoarele :

- după prima treaptă de întindere, se urmăreşte aşezarea corectă a presei pe elementul din beton şi se aşteaptă aproximativ 15 minute pentru a se urmări dacă sîrmele nu alunecă în blocaj.

- la următoarele trepte, pînă la ultima, se măsoară alungirile şi eventualele alunecări de sîrme în blocaj care se scad din alungirile măsurate.

- se urmăreşte realizarea presiunilor corespunzătoare.

Completarea fişei de precomprimare :

- se fac diferenţele pentru fiecare capăt,
- se adună diferenţele de la cele două capete la fiecare treaptă,
- se cumulează, din treaptă în treaptă, diferenţele de la cele două capete,
- se extrapolează, pentru intervalul între zero şi prima treaptă, valoarea obţinută între treapta întîi şi treapta a doua,
- se calculează, din treaptă în treaptă, alungirea totală,
- se reprezintă grafic dependenţa între alungiri şi presiune (fig. 2.6)

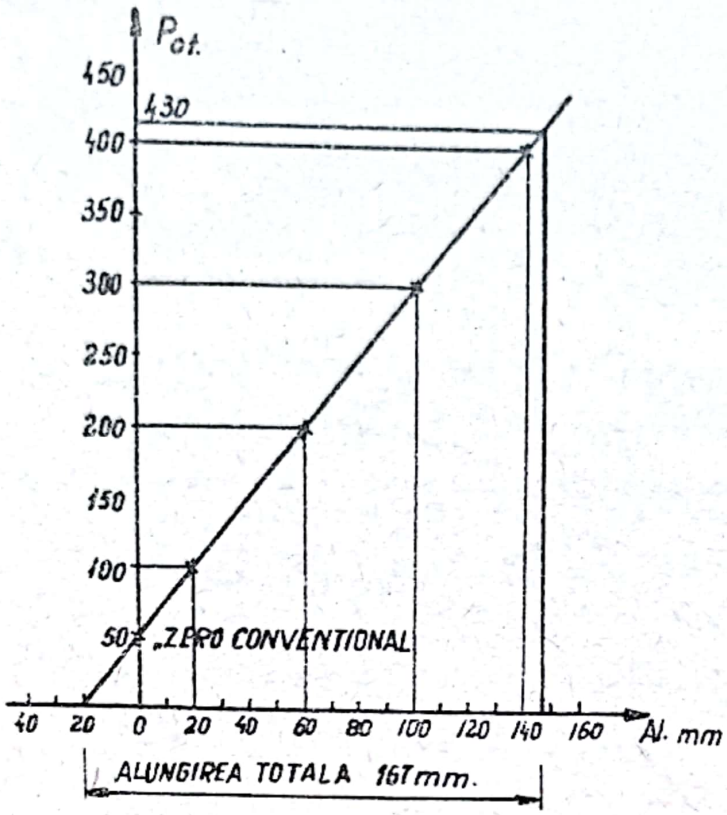
Se compară alungirea efectivă a armăturii tensionate cu alungirea de control. Normele prevăd următoarele situaţii referitoare la diferenţa dintre alungirea efectivă şi cea de control :

- dacă diferenţa este de ± 5 %, operaţia de precomprimare se consideră satisfăcătoare,

- dacă diferenţa este cuprinsă între - 5 % şi - 10 %, se sporeşte presiunea de control cu 5 %.

- dacă diferenţa este cuprinsă între + 5 % şi + 10 %, se face verificarea aparaturii de măsură a presiunii după care se reduce cu 5 % presiunea de control,

- dacă diferenţele sînt mai mari de ± 10 %, se opreşte operaţia de precomprimare şi se procedează la verificarea


P at.
450
430
400
350
300
250
200
150
100
50
„ZERO CONVENTIONAL
40 20 0 20 40 60 80 100 120 140 160
Al. mm
ALUNGIREA TOTALA 167mm.

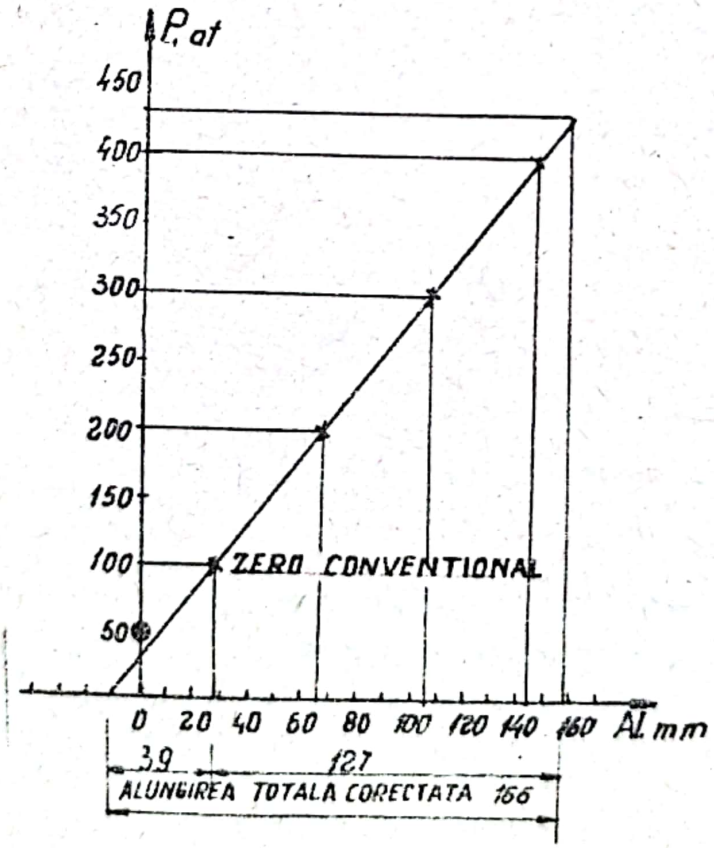

P. at
450
400
350
300
250
200
150
100
50
ZERO CONVENTIONAL
0 20 40 60 80 100 120 140 160 Al. mm
39
127
ALUNGIREA TOTALA CORECTATA 166

Fig. 2.6

proiectului, caracteristicilor materialelor şi utilajelor.

2.2.3. După realizarea forţei de control, se execută blocarea şi transferul.

Pentru operaţia de blocare a cablului se deschide circuitul care permite accesul lichidului sub presiune în camera de blocare (maneta 3) celelalte circuite rămîn închise.

Pentru operaţia de transfer se deschide, cu foarte mare atenţie circuitul pentru retur din camera de tensionare (maneta 2), celelalte circuite rămîn închise.

Se fac următoarele măsurători ce se înscriu în fişă :

- se măsoară alungirea după blocare şi după transfer,

- se măsoară scurtarea sîrmelor între repere şi ancoraje, prin măsurarea distanţei între reperele de pe sîrme şi inelul metalic de rezemare.

Se fac următoarele calcule :

- diferenţele la cele două capete între poziţia reperului după blocare şi poziţia reperului după transfer.

- se scade scurtarea sîrmelor între repere şi ancoraje din diferenţele calculate mai sus şi se obţine intrarea sîrmelor în ancoraje.

2.2.4. Demontarea preselor, începe prin declavetare care constă în eliberarea sîrmelor din presă cu ajutorul acesteia, pentru aceasta se deschid circuitele de retur pentru camera de tensionare (maneta 2) şi tur pentru camera de blocare (maneta 3), celelalte circuite rămîn închise.

După declavetare se scoate presa din fascicol cu ajutorul scripetelui şi a caprei de susţinere.

Scanned with OKEN Scanner

C. Exemplu de calcul.

Să se execute operaţiile de precomprimare a grinzilor pentru care s-au făcut lucrările pregătitoare de la lucrarea 2.1.

In fig. 2.7 se prezintă fişa de precomprimare cu toate calculele realizate; se constată :

- alungirea efectivă este de 140 mm faţă de 142 mm, alungirea de control ; diferenţa de 2 mm se înscrie sub limita de - 5 %, deci precomprimarea se consideră satisfăcătoare,

- intrarea sîrmelor în ancoraje, 4 mm, nu depăşeşte valoarea admisă de 5 mm,

- nu s-au observat alunecări de sîrme în blocaje.

FISA DE PRETENSIONARE NR. 14

Intreprinderea executantă: Facultatea de Construcții
Santierul: Anul II grupa 7221
Punct lucru: Stand precomprimate
Data: 7.10.1972
Temperatura: + 10°C

Elementul: Grinda în 10
Rezistența beton. la precomprimare: 400 dabl. cm²
Fascicol nr. 1
Tipul fascicolului: 24 ϕ 5 SBPI

Tipul presei BAC-INCERC 600 KN
Lungimea între repere 19.95 m.
Alungirea prevăzută 142.5 mm
Intrarea maximă admisibilă a sîrmelor în ancoraj: 5 mm.

Presiunea la:
- pretensionare: 386 at
- blocare: 325 at

Presiunea at.	Efortul real la presă daN	CITIRI BRUTE capăt 1 mm	CITIRI BRUTE capăt 2 mm	LUNECARI SIRME capăt 1 mm	LUNECARI SIRME capăt 2 mm	DIFERENTE capăt 1 mm	DIFERENTE capăt 2 mm	TOTAL DIFERENTE CAPAT 1 + 2 mm	TOTAL DIFERENTE CUMULATE 1 + 2 mm	ALUNGIRI TOTALE mm
50	6500	235	243	–	–	–	–	–	–	18
100	13000	245	251	–	–	10	8	18	18	36
200	26000	263	270	–	–	18	19	37	55	73
300	39000	280	287	–	–	17	17	34	89	107
316	50000	296	304	–	–	16	17	33	122	140

Intrarea sîrmelor în ancoraj		Capăt 1 mm	Capăt 2 mm
Poziția reperului	- după blocare:	294	301
	- după transfer:	286	291
Diferență		8	10
Scurtarea sîrmelor între repere și ancoraje:		5	6
Intrarea sîrmelor în ancoraje:		3	4

OBSERVATII:
Nu s-au observat alunecări de sîrme

Sef echipă, Inginer responsabil, Diriginte,

Fig.2.7

Capitolul 3. Lucrări de beton.

3.1. Stabilirea rețetei de preparare a unui beton.

A. Tema lucrării

Se cere să se stabilească rețeta de preparare cu o betonieră de capacitate q litri a unui beton de marca B, cunoscînd tipul de ciment utilizat, natura agregatului și umiditatea, precum și caracteristicile elementului în care urmează a se turna.

B. Indicații de rezolvare

3.1.1. Lucrabilitatea betonului se stabilește luînd în considerație caracteristicile elementului în care se toarnă betonul (dimensiunile elementului, distanța între armături) impunînd consistența dorită. Se folosesc datele cuprinse în tabelul 5.1. [1]

3.1.2. Cantitatea de apă necesară A, în litri, se stabilește funcție de mărimea granulei maxime din agregat și de lucrabilitatea necesară, tabelul 5.5. [1] , caracterizată prin trasarea conului.

3.1.3. Raporul k = A/C rezultă din relația

$$Rb = \alpha Rc \left(\frac{C}{A} - 0,5\right) \qquad (3.1)$$

$$k = \frac{\alpha Rc}{Rb + 0,5\alpha Rc} \qquad (3.2)$$

unde α = 0,55 pentru piatră spartă

α = 0,50 pentru agregat de râu

Rb = rezistența betonului în daN/cm^2

Rc = rezistența cimentului în daN/cm^2

Se va lua în calcul valoarea cea mai mică dintre valoarea calculată și cea impusă de condițiile de exploatare

a elementului de construcţie.

3.1.4. Dozajul de ciment C, în Kg/m^3, rezultă din relaţia :

$$C = \frac{A}{k} \qquad (3.3)$$

unde :

A = cantitatea de apă determinată din (tabelul 5.5. [1])

Dozajul astfel calculat trebuie să se încadreze în limitele din tabelul 5.4. (1). Dacă dozajul calculat este inferior dozajului minim, este necesară o marcă de ciment inferioară celei folosite; dacă dozajul calculat îl depăşeşte pe cel maxim trebuie folosit un ciment de marcă mai ridicată.

3.1.5. Cantitatea de agregat uscat G_{ag} în Kg/m^3 se stabileşte din relaţia :

$$\rho_b = G_{ag} + A + C \qquad (3.4)$$

sau

$$G_{ag} = \rho_b - (A + C) \qquad (3.5)$$

unde

ρ_b, în Kg/m^3, este densitatea aparentă a betonului după compactare.

3.1.6. Se stabileşte curba granulometrică a agregatelor. Se pleacă de la o curbă care necesită un lucru mecanic de compactare minim satisfăcînd şi criteriul economic de a fi cît mai apropiată de granulaţia naturală a zăcămîntului.

3.1.7. Se determină corecţia cantităţilor de apă şi de agregate datorită umicităţii agregatelor ($\Delta G_{ag} = \Delta A$, în Kg/m^3).

$$\Delta A = \Delta G_{ag} = G_{ag} \frac{u\%}{100} \qquad (3.6)$$

unde

u = umiditatea absolută a agregatelor în procente.

3.1.8. Cantitatea de agregat umed G'_{ag} , în Kg/m^3 se stabileşte din relaţia

$$G'_{ag} = G_{ag} + \Delta G_{ag} \qquad (3.7)$$

3.1.9. Cantitatea de apă din amestec A' , în l/m^3 se determină din relaţia

$$A' = A - \Delta A \qquad (3.8)$$

3.1.lo. Verificarea condiţiilor iniţiale impuse. Cu compoziţia astfel stabilită se confecţionează cca 3o litri de beton pe care se verifică consistenţa şi greutatea specifică aparentă a betonului proaspăt.

Lucrabilitatea betonului se poate corecta, fără a influenţa celelalte caracteristici ale betonului pe următoarele căi :

- mărirea cantităţii de apă şi concomitent a celei de ciment cu păstrarea unei valori constante pentru raportul $k = \frac{A}{C}$. Pentru aceasta se măreşte cantitatea de apă cu 2 Kg pentru fiecare cm de tasare în plus şi în mod corespunzător cantitatea de ciment. Pentru a păstra neschimbat volumul total se reduce cantitatea de agregat cu 2,5 kg pentru fiecare litru de apă şi cu o,85 Kg pentru fiecare Kg de ciment ;

- folosirea de adaosuri plastifiate antrenoare de aer ;

- corectarea curbei de granulozitate prin apropierea de limitele inferioare a suprafeţei din diagrama granulometrică ;

- înlocuirea dacă este cazul, a agregatului concasat sub 7 mm, cu agregat de râu ;

- corectarea reţetei în funcţie de masa volumică aparentă efectivă se face multiplicînd cantităţile stabilite pentru toţi componenţii în afară de ciment cu raportul între volumul teoretic al amestecului de probă (3o litri) şi volumul real obţinut. In acest fel se asigură respectarea dozajului de ciment şi a randamentului la amestecarea şi punerea în operă a betonului.

Folosirea de adausuri plastifiante (sau altor adaosuri) reclamă următoarele etape suplimentare pentru stabilirea reţetei.

3.1.11. Stabilirea cantităţii de adaus în soluţie (S în l/m^3)

$$S = \frac{s\ C}{p} \qquad (3.1o)$$

unde

s = cantitatea de substanţă solidă ce se adaugă, exprimată în procente din greutatea cimentului.

p = concentraţia soluţiei exprimată în procente.

3.1.12. Stabilirea cantităţii de apă ce se introduce în amestec odată cu soluţia ce conţine adaosul A_{ad}, în l/m^3

$$A_{ad} = s\ C\ \frac{1oo - p}{1oo\ p} \qquad (3.11)$$

3.1.13. Corectarea cantităţii de apă a betonului A'', în l/m^3

$$A'' = A' - A_{ad} \qquad (3.12)$$

3.1.14. Transformarea reţetei pentru o betonieră de capacitate q se face cu relaţia :

$$g = G \frac{q\,r}{1000} \qquad (3.13)$$

unde :

g = cantitatea ce se pune la un amestec dintr-un component, exprimată în Kg/ amestec.

G = cantitatea din acelaşi component la 1 m^3 de beton pus în operă şi compactat (G, G_{ag}, A' sau A'' şi S).

q = capacitatea betonierei, exprimată în l de compuşi uscaţi, neamestecaţi.

r = coeficient care ţine seama de sporirea de volum datorită amestecării compuşilor uscaţi cu apa şi compactării (r = 0,7 - 0,65 pentru betoane vibrate, r = 0,74 pentru betoane compactate manual: r=0,8 pentru betoanele necompactate).

1000 = coeficient pentru transformarea în m^3 a capacităţii betonierei.

C. EXEMPLU DE CALCUL.

Să se stabilească reţeta de preparare cu un malaxor de 500 l capacitate, a betonului B 300, utilizînd ciment RIM 200, agregat de rîu nisip 0/7 cu umiditate 3 % şi petriş 7/30 cu umiditate 2 %; betonul se toarnă în pereţi din beton armat cu grosimea 15 cm.

1. Stabilirea lucrabilităţii : Pereţii din beton armat cu grosimea de 15 cm se consideră elemente din beton armat de dimensiuni mici şi conform indicaţiilor din tabelul 5.1 [1] se alege pentru beton o consistenţă plastică caracterizată prin tasarea conului de 5 - 8 cm.

Se impune tasarea 8 cm.

2. Stabilirea cantităţii de apă. Din tabelul 5.5. [1] în funcţie de consistenţa impusă (tasarea conului 8 cm) şi de mărimea granulei maxime (30 mm) se determină cantitatea de apă şi anume :

$$A = 185\ l/m^3$$

3. Stabilirea raportului A/C = k

$$k = \frac{\alpha Rc}{Rb + 0,5\ \alpha Rc} = \frac{0,5 \times 400}{300 + 0,5 \times 0,5 \times 400} = 0,50$$

α = 0,5 agregat de rîu

4. Stabilirea dozajului de ciment Kg/m^3 .

$$C = \frac{A}{k} = \frac{185}{0,50} = 370\ kg/m^3$$

din tabelul 5.4. [1]

dozajul maxim 400 Kg/m^3

dozajul minim 280 Kg/m^3

Dozajul calculat se încadrează între valorile minime şi maxime astfel încît cimentul este folosit raţional.

5. Stabilirea cantităţii de agregat G_{ag}

$$G_{ag} = \rho_b - (A + C) = 2450 - (145 + 370) \cong 2000 \text{ Kg/m}^3$$

6. Stabilirea curbei granulometrice 40% nisip 0/7 mm şi 60% petriş 7/30 mm pentru aceasta la 1 m^3 folosim următoarele cantităţi :

$$\text{- nisip } N = \frac{40\ \%}{100} G_{ag} = \frac{40}{100} 2000 = 800 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{- pietriş } P = \frac{60\ \%}{100} G_{ag} = \frac{60}{100} 2000 = 1200 \text{ Kg/m}^3$$

7. Determinarea corecţiei cantităţii de apă datorită umidităţii agregatului

$$\text{- din nisip } \Delta A_N = \frac{U_N\ \%}{100} \quad N = \frac{3\ \%}{100} 800 = 24 \text{ l/m}^3$$

$$\text{- din pietriş } \Delta A_P = \frac{U_p\ \%}{100} P = \frac{2}{100} 1200 = 24 \text{ l/m}^3$$

corecţia totală $\Delta A = A_N + A_p = 24 + 24 = 48 \text{ l/m}^3$

8. Stabilirea cantităţii de agregat umed N' şi P'.

$$N' = N + \Delta A_N = 800 + 24 = 824 \text{ Kg/m}^3$$

$$P' = P + \Delta A_p = 1200 + 24 = 1224 \text{ Kg/m}^3$$

9. Stabilirea cantităţii de apă din amestec A'

$$A' = A - \Delta A = 185 - 48 = 137 \text{ l/m}^3$$

10. La probele de control s-au obţinut următoarele rezultate :

- tasarea conului 4 cm
- greutatea specifică aparentă 2400 Kg/m^3

- Apare necesară îmbunătăţirea lucrabilităţii care se poate face :

1o. Se măreşte cantitatea de apă : s-a impus consistenţa betonului astfel încît să avem o tasare a conului de 8 cm, la probele preliminare a rezultat o tasare a conului de 4 cm deci o diferenţă de 4 cm, pentru care se fac următoarele corecţii :

- corecţia pentru apă, în plus

$\Delta A = 4 \times 2 = 8\ l/m^3$ cantitatea totală de apă este :

$A'' = A' + \Delta A = 137 + 8 = 145\ l/m^3$

- corecţia de ciment, în plus

$\Delta C = \frac{A}{K} = \frac{8}{0,5} = 16\ Kg/m^3$ cantitatea totală de ciment este

$C' = C + \Delta C = 37o + 16 = 386\ Kg/m^3$.

- corecţia pentru agregat, în minus :

$G_{ag} = 2,5 \times 8 + o,85 \times 16 = 26\ Kg/m^3$ din care

nisip $\Delta N = \frac{4o}{1oo} \times G_{ag} = \frac{4o}{1oo} \times 26 = 1o\ Kg/m^3$

pietriş $\Delta P = \frac{6o}{1oo} \times 26 = 16\ Kg/m^3$ cantitatea totală de agregat va fi :

nisip $N'' = N' - N = 824 - 1o = 814\ Kg/m^3$

pietriş $P'' = P' - P = 1224 - 16 = 12o8\ Kg/m^3$

In cazul adaosurilor plastifiante :

11. Stabilirea cantităţii de adaos în soluţie :

$$S = \frac{s \times C}{p} = \frac{o,o2 \times 37o}{2o} = 3,7\ l/m^3$$

12. Stabilirea cantităţii de apă ce se introduce în amestec odată cu soluţia ce conţine adaosul :

$$A_{ad} = s \times C \times \frac{100-p}{100p} = 0,02 \times 370 \frac{100-20}{100 \times 20} = 2 \ l/m^3$$

13. Corecţia cantităţii de apă din amestec :

$$A'' = A' - A_{ad} = 137 - 2 = 135 \ l/m^3$$

14. Transformarea pentru betonieră de 500 l.

- ciment $C_b = C' \frac{q \times r}{1000} = 370 \frac{500 \times 0,7}{1000} = 130$ Kg.
- apă $A_b = A'' \frac{q \times r}{1000} = 135 \frac{500 \times 0,7}{1000} = 47$ l.
- nisip $N_b = N' \frac{q \times r}{1000} = 824 \frac{500 \times 0,7}{1000} = 280$ Kg.
- pietriş $P_b = P' \frac{q \times r}{1000} = 1224 \frac{500 \times 0,7}{1000} = 420$ Kg.
- plastifiant $S_b = \frac{q \times r}{1000} = 3,7 \frac{500 \times 0,7}{1000} = 1,3$ l.

3.2. Plan de punere în operă a betonului turnat în pereţi.

A. Tema lucrării.

Să se stabilească lucrabilitatea, metoda de compactare şi să se întocmească planul de turnare a betonului pentru realizarea unor pereţi de grosime a, înălţime H şi lungimea desfăşurată L. Temperatura aerului la turnare T.

B. Indicaţii pentru rezolvare.

1. Alegerea lucrabilităţii necesare, apreciată prin consistenţă se face cu ajutorul tabelului 5.1 [1], funcţie de distanţa între armături şi grosimea elementului.

3.2.2. Stabilirea metodei de compactare. Luînd în consideraţie grosimea relativ mică a pereţilor în comparaţie cu celelalte dimensiuni, L şi H, şi distanţa mică între plasele ce formează armătura pereţilor se impune ca metodă de compactare vibrarea exterioară (tabelul 5.1 [1]) sau compactarea prin vibrare mixtă cînd grosimea pereţilor $a > 2R_o$ unde R_o este raza de acţiune a vibratorului de cofraj.

3.2.3. Întocmirea planului de compactare. Vibratoarele de cofraj se fixează pe moazele cofrajului. Se notează distanţa între două vibratoare pe o faţă a cofrajului cu d, înălţimea stratului de vibrare, egală cu distanţa pe verticală între două moaze, cu h, se estimează în general h=5o-7o cm (fig. 3.1).

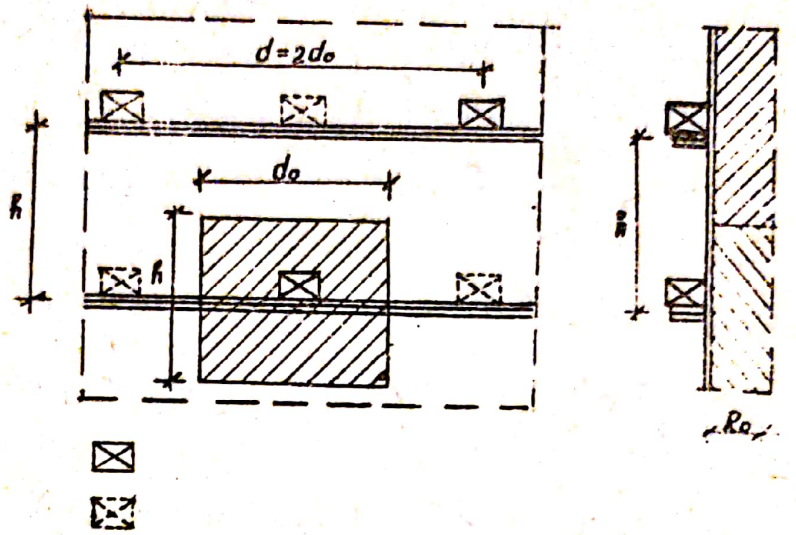


Fig. 3.1.

Distanţa d între două vibratoare alăturate se determină în funcţie de grosimea şi de lăţimea prismului de beton care poate fi antrenat în vibrare dintr-o poziţie a vibratorului.

In acest scop se calculează mărimea :

$$d_o = \frac{F}{k.h.(R_o.\ \gamma_b+p)} \qquad (3.14)$$

unde : F - forţa de vibrare a vibratorului în daN (tabelul 5.16 [1])

R_o - raza de acţiune a vibratorului, în m (tabelul 5.16 [1]) reprezentînd grosimea prismului de beton care se vibrează.

k - raportul ce trebuie să existe între forţa de vibrare şi greutatea de vibrat (beton, armătură, cofraj) tabelul 5.14 [1] .

h - înălţimea prismului de beton ce se vibrează egală cu înălţimea stratului turnat, în m.

γ_b - greutatea specifică a betonului proaspăt, în daN/m^3.

p - greutatea pe m^2 a cofrajului şi armăturii ; în lipsa unor date efective se poate aprecia p = 25 ... 35 daN/m^2.

Distanţa d între două vibratoare alăturate, pe aceeaşi faţă a cofrajului va fi :

$d = 2\,d_o$ dacă $a \leq R_o$ (fig.3.2)

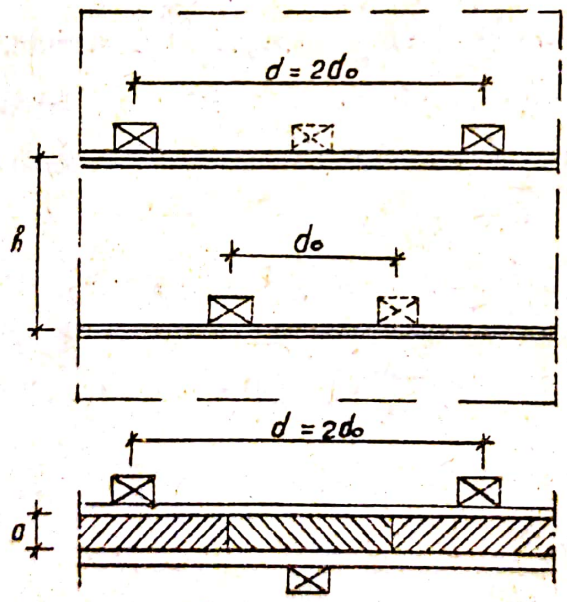


Fig. 3.2.

$d = d_o$ dacă $R_o < a \leq 2R_o$ (fig. 3.3) (3.15)

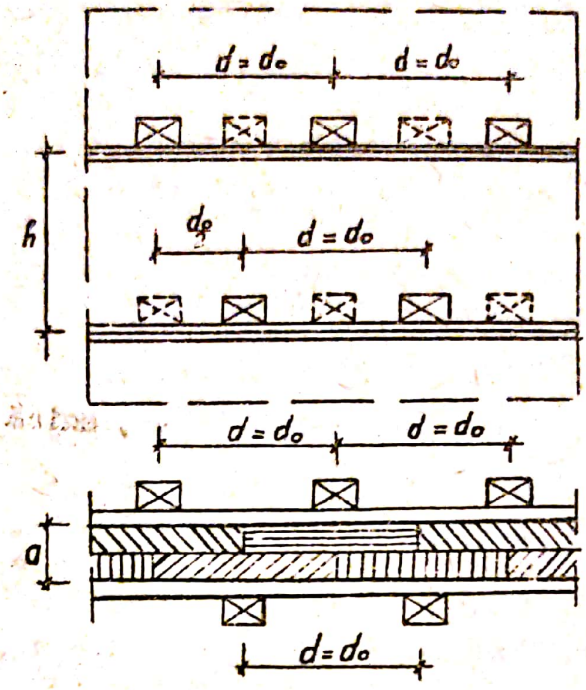


Fig. 3.3

$d = d_0$ dacă $a > 2R_0$, adăugîndu-se însă în acest caz o vibrare cu pervibratorul (fig.3.4)

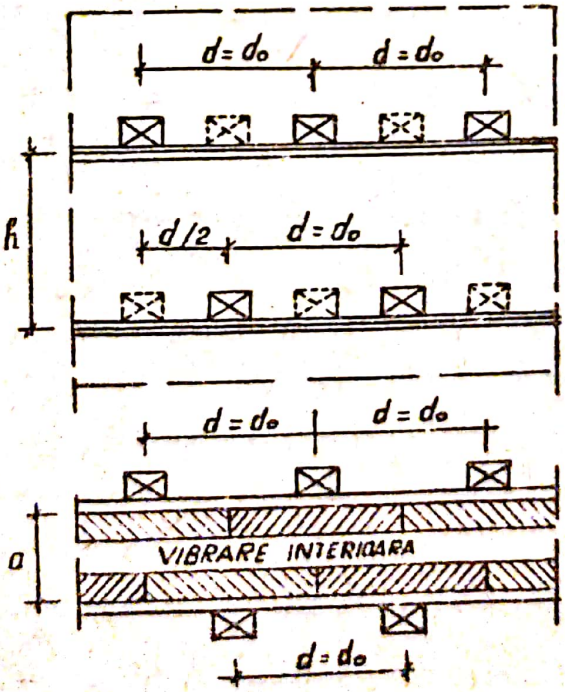


Fig.3.4

3.2.4. Determinarea debitului de beton, este necesar pentru realizarea unei turnări continui. Se foloseşte relaţia:

$$Q = \frac{V}{t_2 - t_1} \qquad (3.16)$$

unde :

Q - debitul de beton necesar, în m^3/h

V - volumul de beton dintr-un strat, în m^3, adică :

$$V = h \times a \times L \qquad (3.17)$$

t_1 - vîrsta efectivă dintr-un strat de beton în momentul terminării punerii lui în operă; această vîrstă nu poate depăşi valoarea t_i, la care începe priza cimentului ($t_1 \leq t_i$)

t_2 - vîrsta maximă a betonului din acelaş strat la care mai poate fi acoperit cu alt strat de beton, fără să se producă rost de turnare; în general $t_2 = 2t_1$)

Valorile t_2 şi t_1 depind de natura cimentului folosit şi de temperatura betonului (tabelul 5.19 [1]).

Pentru t_1 se recomandă să nu se ia în consideraţie valoarea limită t_i ci să se calculeze durata efectivă necesară pentru preparare, transport şi punere în operă, a betonului care să se compare cu t_i.

C. Exemplu de calcul.

Să se stabilească lucrabilitatea, metoda de compactare şi să se întocmească planul de turnare a betonului pentru realizarea unui perete de 15 cm grosime, 3 m înălţime şi 60 m lungime desfăşurată, temperatura aerului la turnare 20^0C.

1. Lucrabilitatea. Grosimea de 15 cm a peretelui se consideră dimensiune mică şi din tabelul 5.1 [1] rezultă că

este necesar un beton plastic cu tasarea conului 5 - 8 cm.

2. Metoda de compactare : vibrare exterioară, utilizînd vibratoare de cofraj (tabelul 5.1 [1]). Se alege un vibrator VES-25o (tabelul 5.16 [1]).

3. Intocmirea planului de turnare : se determină valoarea d_o,

$$d_o = \frac{F}{k \times h\,(R_o \gamma_b + p)} = \frac{25o}{2 \times o,5o\,(o,15 \times 245o + 3o)} =$$

$$= o,65 \text{ m}$$

F = 25o daN tabelul 5.16 [1]

k = 2 tabelul 5.14 [1]

H = o,5o m impusă constructiv

R_o = o,15 m tabelul 5.16 [1]

γ_b = 245o daN/m^3, beton vibrat în pereţi subţiri

p = 3o daN/m^2, greutatea cofrajului şi armăturii.

Grosimea peretelui a = 15 cm = R_o = 15 cm rezultă distanţa d.

$$d = 2\,d_o = 2 \times o,65 = 1,3o \text{ m}$$

4. determinarea debitului de beton :

$$Q = \frac{V}{t_2 - t_1} = \frac{45}{2 - o,58} = 3,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

- volumul de beton rezultă :

$$V = a \times h \times L = o,15 \times o,5o \times 6o = 4,5 \text{ m}^3$$

t_2 = 2 ore (tabelul 5.19 [1])

t_1 = 1'+4'+8'+4'+18' = 38' = o,58 h < t_1 = 1 h (tabela 5.19 [1]).

unde :

1' = timp de preparare

4' = timp de staţionare în buncăr; pentru un transport cu autobasculanta sînt necesare 4 sarje de la o betonieră de 500 l, deci 4 x 1' = 4'

8' = timp de transport; transport cu autobasculanta la distanţa maximă de 2 Km cu o viteză medie de 15 Km/h rezultă un timp de :

$$\frac{2}{15} \times 60 = 8'$$

4' = timp de transport pe verticală cu macaraua turn a unei bene papuc, de 0,8 m^3 capacitate - durata unui ciclu, 4'

18' = timp de punere în operă a betonului MT republicane.

3.3. Plan de punere în operă a betonului în stîlpi din beton armat.

A. Tema lucrării.

Să se stabilească lucrabilitatea, metoda de compactare şi să se întocmească planul de turnare a betonului pentru realizarea a "n" stîlpi din beton armat cu secţiunea a x b şi înălţime H.

B. Indicii de rezolvare.

3.3.1. Alegerea lucrabilităţii necesare, apreciată prin consistenţă se face cu ajutorul tabelului 5.1.[1] funcţie de distanţa între armături şi dimensiunile elemetului.

3.3.2. Stabilirea metodei de compactare. La stîlpii din beton armat se impune compactarea betonului, utilizînd vibrarea exterioară pentru laturile cu armătură deasă (în mod obişnuit latura mică a stîlpului) combinată cu vibrarea interioară pentru restul secţiunii (vibrare mixtă) sau numai vibrarea exterioară dacă întreaga secţiune a stîlpului se află în zona de acţiune a vibratoarelor de cofraj.

Se notează cu a dimensiunea mică a secţiunii stîlpului şi cu b dimensiunea mare a stîlpului.

3.3.3. Întocmirea planului de compactare. Vibratoarele de cofraj se fixează de caloţii stîlpului care sînt montaţi la o,5o . . . o,7o m unul de altul.

Pentru vibrare interioară se utilizează ferestrele folosite la turnarea betonului (max. 2 m).

3.3.3.a. Se calculează ca şi în cazul pereţilor valoarea d_o :

$$d_o = \frac{F}{k \times h \, (R_o \gamma_b + p)} \qquad (3.18)$$

unde :

F = forţa de vibrare a vibratorului, în daN (tabelul 5.16 [1])

k = raportul ce trebuie să existe între forţa de vibrare şi greutatea de vibrat (beton, armătură, cofraj) în funcţie de consistenţa betonului (tabelul 5.14 [1]).

h = distanţa pe verticală între doi caloţi (h = 0,50 ... 0,70 m)

R_o = raza de acţiune a vibratorului, în m (tabelul 5.16 [1])

γ_b = greutatea specifică a betonului, în daN/m^3

p = greutatea pe m^2 a cofrajului şi armăturii conform situaţiei reale sau 25 ... 35 daN/m^2.

3.3.3.b. Dispunerea vibratoarelor pe perimetrul stîlpilor. Vibratoarele se dispun astfel pe perimetrul stîlpilor încît întreaga secţiune a acestuia să poată fi vibrată numai din exterior dacă acest lucru este posibil :

- dacă a ≤ 2R_o, iar b ≤ 2R_o se adoptă schema din figura 3.5

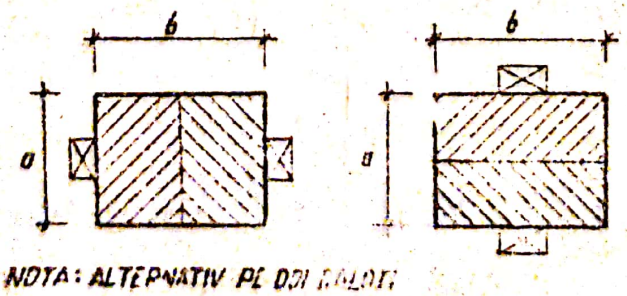
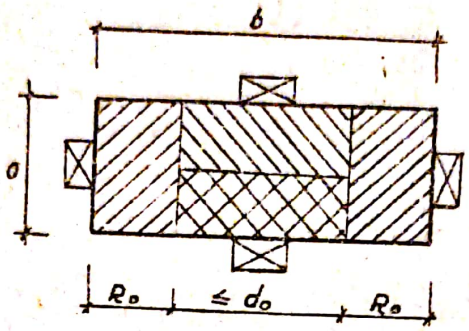


Fig. 3.5

- dacă $a \leq 2R_o$ iar $2R_o < b \leq d_o + 2R_o$, se adoptă schema din figura 3.6.



NOTA: PE FIECARE CALOT

Fig. 3.6

- dacă $a > 2R_o$ iar $b > 2R_o$ se adoptă schema din fig.3.7 sau 3.8 sau se renunță complet la vibrarea exterioară dacă armătura nu este prea deasă.

In toate cazurile este necesară verificarea: $a \leq d_o$

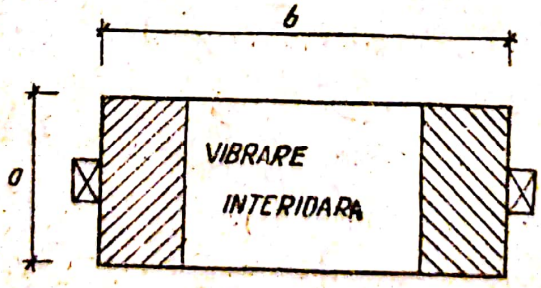


Fig. 3.7

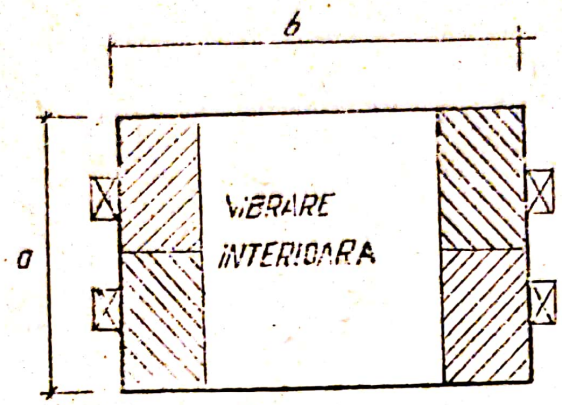


Fig. 3.8

3.3.4. Determinarea debitului de beton necesar pentru realizarea unei turnări continui :

$$Q = \frac{V}{t_2 - t_1} \qquad (3.19)$$

unde :

Q = debitul de beton necesar, în m^3/h

V = volumul de beton necesar dintr-un strat, în m^3

$$V = a.b.h.n \qquad (3.20)$$

a = latura scurtă a secţiunii stîlpului, în m

b = latura lungă a secţiunii stîlpului, în m

h = înălţimea stratului de beton ce se compactează dintr-o poziţie a vibratoarelor, egală cu distanţa pe verticală între 2 caloţi.

n = numărul de stîlpi ce se toarnă într-o repriză.

t_1 şi t_2 semnificaţiile de la lucrarea 3.2 punctul 4.

C. Exemplu de calcul

Să se stabilească lucrabilitatea, metoda de compactare şi să se întocmească planul de turnare a betonului pentru realizarea a 16 stîlpi cu secţiunea 4o x 1oo cm şi înălţimea 5,5o m, armătură deasă în dreptul laturii scurte. Temperatura aerului în timpul turnării +2o°C.

1. Alegerea lucrabilităţii necesare : dimensiunile elementului din beton armat pot fi considerate medii iar armătura deasă, conform indicaţiilor din tabelul 5.1. [1] determină alegerea unui beton de consistenţă plastică caracterizat prin tasarea conului 5...8 cm.

2. Stabilirea metodei de compactare : pentru betonul din zona laturii scurte a secţiunii se impune compactarea exterioară, utilizînd vibratoare de cofraj de tip VEE-25o cu caracteristicile :

- F = 25o daN, forţa de vibrare, tabelul 5.16. [1]
- R_o = o,15 m, raza de acţiune în beton, tabelul 5.16. [1]

Verificări : b = 1oo cm > $2R_o$ = 3o cm şi
a = 4o cm > $2R_o$ = 3o cm.

Se adoptă vibrarea mixtă : vibrare exterioară pentru betonul din dreptul laturii mici (armătură deasă) şi vibrare interioară pentru restul secţiunii. Pentru vibrarea interioară se utilizează vibratorul de interior VEI-36 (tabelul 5.15.[1]) cu caracteristicile :

R_o = 25 cm

I_{but} = 57,5 cm

3. Intocmirea planului de turnare: se calculează valorile d_o

$$d_o = \frac{F}{h.k.(R_c.\gamma_b+p)} = \frac{250}{2.0,60.(0,15.2450+30)} = 0,42 \text{ m}$$

Se verifică condiţia :

$$a = 40 \text{ cm} < d_o = 42 \text{ cm}$$

Dispunerea vibratoarelor: se foloseşte schema din fig. 3.7, adică vibratoarele de cofraj pe fiecare calot, în dreptul laturii scurte şi vibrare interioară pentru restul suprafeţii secţiunii.

4. Determinarea debitului de beton.

$$Q = \frac{V}{t_2-t_1} = \frac{4}{2-0,58} = 2,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

Volumul de beton este :

$$V = a.b.h.n = 0,40.1,00.0,60.16 = 3,85 \text{ m}^3 \cong 4 \text{ m}^3$$

$t_2 = 2$ ore tabelul 5.19 [1]

$t_1 = 0,58$ ore $< t_i = 1$ h calculat la lucrarea 3.3 punctul 4.

3.4. Plan de punere în operă a betonului în fundații din beton armat.

A. Tema lucrării.

Să se stabilească lucrabilitatea, metoda de compactare și să se întocmească planul de turnare a betonului pentru realizarea unui radier general având dimensiunile A x B (A > B) și grosimea H.

B. Indicații pentru rezolvare.

3.4.1. Alegerea lucrabilității necesare, apreciată prin consistență, se face cu ajutorul tabelului 5.1. [1], în funcție de distanța între armături.

3.4.2. Stabilirea metodei de compactare. La radierele generale care au suprafață mare în plan, grosime relativ mare și distanțe medii între armătură se face compactarea prin vibrare interioară.

3.4.3. Întocmirea planului de compactare. Elementul din beton se împarte în fîșii paralele cu latura scurtă (B), cu lățimea 1,5 . . . 2 m și grosimea h_s :

$$h_s = l_b - (0,05 \ldots 0,10) \text{ m}$$

unde : - h_s = înălțimea stratului de compactat, în m

l_b = lungimea buteliei pervibratorului (tabelul 5.15 [1]), în m.

0,05 ... 0,10 m = adîncimea de pătrundere a buteliei în stratul turnat anterior, pentru realizarea legăturii de continuitate. (fig. 3.9)

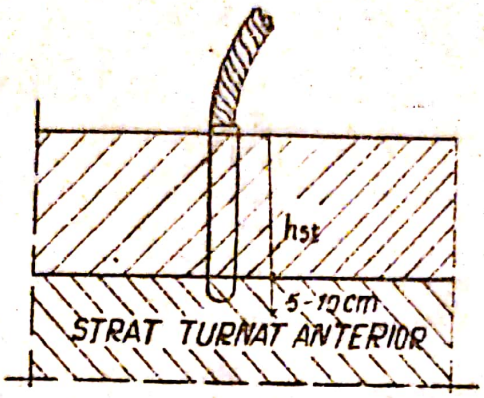


Fig. 3.9

Numărul de puncte necesare pentru a cuprinde toată lăţimea fîşiei de beton se determină, luînd în consideraţie datele constructive impuse în fig. 3.1o (în cîmp distanţa între 2 puncte este $\leq 1,5R_o$, de la marginea tratului $\geq 2R_o$ şi de la confraj $\leq 0,5R_o$ unde R_o este raza de vibrare caracteristică vibratorului).

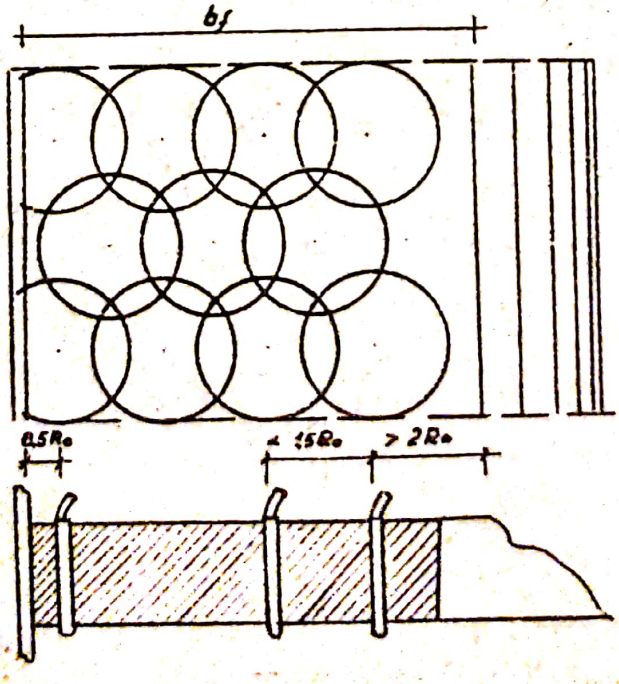


Fig. 3.1o

In lungul fîşiei punctele de vibrare, dispuse în şah, se găsesc la o distanţă $\leq 1{,}5\ R_o$.

3.3.4. Determinarea debitului de beton, necesar pentru realizarea unei turnări continui.

$$Q = \frac{V}{t_1 - t_2} \qquad (3.21)$$

unde :

Q = debitul de beton necesar pentru realizarea unei turnări continui, în m^3/h.

V = volumul de beton dintr-o fîşie, în m^3

$$V = B.(1{,}5 \ldots 2).h_s \qquad (3.22)$$

B = lungimea unei fîşii de turnare, în m.

1,5 ... 2 m = lăţimea unei fîşii de turnare, în m.

h_s = grosimea stratului de beton ce se toarnă, în m.

t_1 şi t_2 = semnificaţiile de la lucrarea 3,2 punct.4.

C. <u>Exemplu de calcul</u>.

Să se stabilească lucrabilitatea, metoda de compactare şi să întocmească planul de turnare a betonului pentru realizarea unui radier general avînd dimensiunile 18 x 26 m şi grosimea o,5o m.

1. Stabilirea lucrabilităţii.

La radiere din beton armat distanţa minimă între armături este de 1o cm, deci distanţă medie şi conform tabelului 5.1 [1] se poate folosi un beton vîrtos, cu consistenţa apreciată prin tasarea conului o...1 cm. Se alege compactarea prin vibrare interioară.

3. Intocmirea planului de compactare,

- lăţimea unei fişii 2 m, rezultînd un număr de fişii:

$$n_f = \frac{A}{2} = \frac{26}{2} = 13 \text{ fişii}$$

- lungimea unei fişii : B = 17 m .

- grosimea fişiei ; rezultă din relaţia (3.21)

$$h_s = l_b - (0,05 - 0,10) = 0,537 - 0,05 \cong 0,50 \text{ m}$$

S-a adoptat previbratorul VEI - 36 cu următoarele caracteristici (tabelul 5.15 [1]) : capul vibrator cu diametrul buteliei b = 70 mm şi l_b = 0,537 m şi R_0 = 0,33 m.

H = 0,50 m < h_s = 0,528 m rezultă un singur strat de beton.

- nr. de puncte necesare pentru a cuprinde lăţimea fişiei :

$$l_f' = l_f - (2R_0 + 0,5R_0) = 2,00 - (2.0,33 + 0,5.0,33) = 1,18 \text{ m}$$

$$n_{p.centrale} = \frac{l_f'}{1,5R_0} = \frac{1,18}{1,5.0,33} = 2,35 = 3 \text{ fişii}$$

$$n_{p.total} = 3 + 2 = 5 \text{ puncte pe lăţime.}$$

Rezultă următoarea schemă de vibrare :

- primul rînd şi următoarele fără soţ; punctul cel mai apropiat de marginea fişiei 0,66 m şi apoi la 30 cm de 4 ori.

- rîndul 2 şi următoarele cu soţ, punctul cel mai apropiat de marginea fişiei 0,82 m şi apoi la 30 cm de 3 ori.

- distanţa între două rînduri, de-a lungul fişiei, $1,5R_0$ = 1,5.0,33 = 0,40 m.

4. Determinarea debitului de beton.

$$Q = \frac{V}{t_2 - t_1} = \frac{17}{2 - 0,58} = 12 \text{ m}^3/\text{h}$$

$V = B \cdot l_t \cdot h_s = 17 \cdot 2 \cdot 0,50 = 17 \text{ m}^3$

$t_2 = 2$ ore (tabela 5.19 [1])

$t_1 = 0,58$ ore calculat la lucrarea 3.3 punctul 4.

3.5. Plan de punere în operă a betonului într-un planşeu din beton armat.

A. Tema lucrării :

Să se stabilească lucrabilitatea, metoda de compactare şi să se întocmească planul de turnare a betonului pentru realizarea unui planşeu avînd caracteristicile : grosimea plăcii h_p, distanţa între grinzile secundare l_s, distanţa între grinzile principale l_p, secţiunea grinzii secundare $a_1 \times h_1$ şi secţiunea grinzii principale $a_2 \times h_2$.

B. Indicaţii pentru rezolvare.

3.5.1. Alegerea lucrabilităţii necesare. Se impune consistenţa ce se apreciază prin tasarea conului tabela 5.1 [1] , în funcţie de distanţa între armături şi dimensiunile elementului din beton.

3.5.2. Stabilirea metodei de compactare. Pentru compactarea betonului din grinzi se foloseşte vibrarea interioară (element cu dimensiuni medii şi distanţă medie între armături ; tabela 5.1. [1]). Pentru compactarea betonului din placă se foloseşte vibrarea exterioară, utilizînd placă vibratoare.

3.5.3. Întocmirea planului de compactare.

Betonul se toarnă în fîşii paralele cu direcţia grinzii secundare (rezultă astfel un rost perpendicular pe armătura de rezistenţă a plăcii) fig. 3.11.

Lăţimea unei fîşii este :

- în cîmp distanţa între grinzile secundare,
- prima fîşie marginală 0,66 din distanţa între grinzile secundare.

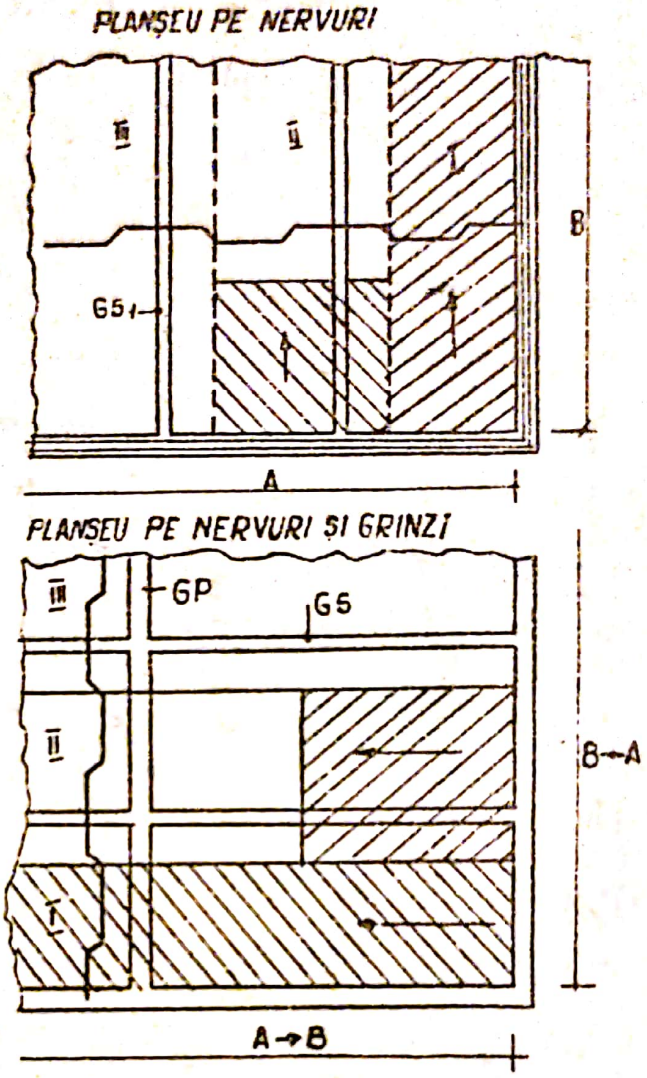


Fig. 3.11

Alegerea utilajului de compactat :

- pentru compactarea betonul din placă se utilizează, placă vibrantă cu următoare caracteristici (tabela 5.18 [1]) : lățime l_1, lungime l_2 și grosimea stratului ce se compactează dintr-o poziție a plăcii vibrante h_s.

- pentru botonul din grinsi se utilizează pervibratorul cu următoarele caracteristici (tabelul 5.15 [1] : lungimea buteliei l_b, diametrul buteliei d, rasa de acțiune în beton R_e.

La compactarea betonului din placă se determină numărul de deplasări a plăcii vibratoare pe lățimea unei fîșii,

$$n_1 = \frac{l_f}{(l_1 - o,1o)} \qquad (3.23)$$

In lungul fîșiei deplasările se fac pe o distanță egală cu : $l_2 - o,1o$.

La compactarea betonului din grinzi se vor respecta indicațiile de la lucrarea 3.4 punctul 4.

3.5.4. Determinarea debitului de beton necesar realizării unei turnări continui :

$$Q = \frac{V}{t_2 - t_1}$$

unde :

Q = debitul de beton, în m^3/h,

V = volumul de beton dintr-o fîșie, în m^3,

$$V = \left[l_f\, h_p + h_1\,(a_1 - h_p) + h_2\,(a_2 - h_p).\right]B$$

t_2 și t_1 = semnificațiile de la lucrarea 3.2. punctul 4.

C. Exemplu de calcul.

Să se stabilească lucrabilitatea, metoda de compactare și să se întocmească planul de turnare a betonului pentru realizarea tranșeului din fig. 3.12.

Elementele geometrice ale planșeului (extras din fig. 3.12) sînt : $h_p = o,o6$ m, secțiunea grinzii secundare $a_1 \times h_1 = o,2o \times o,45$ m, secțiunea grinzii principale $a_2 \times h_2 = o,3o \times o,7o$ m și distanța între grinzile secundare $l_s = 2,oo$ m.

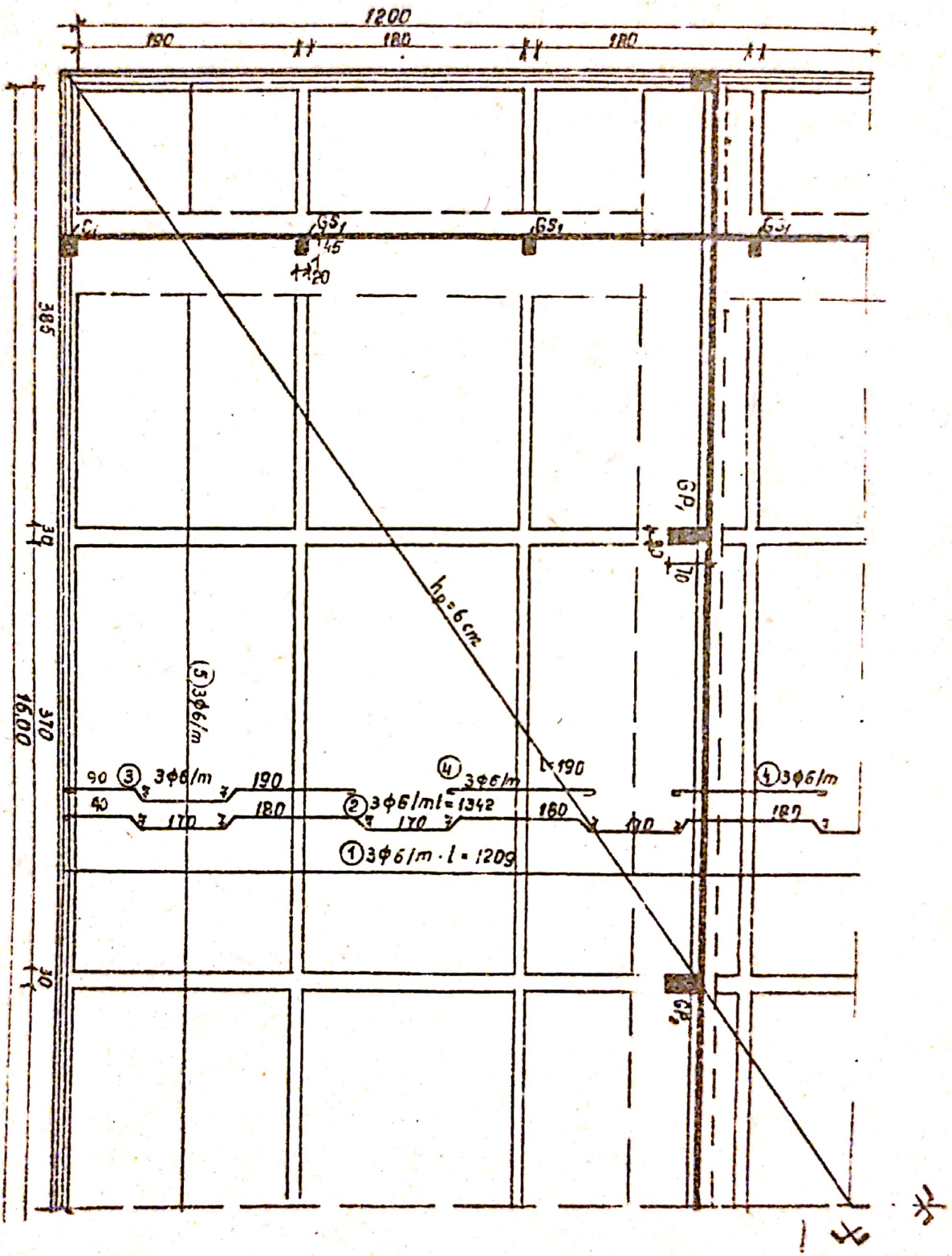

1200
190
180
180
385
370
16.00
30
GS1
GS1
GS1
45
20
GP1
70
hp=6cm
(5) 3φ6/m
90
(3) 3φ6/m
190
40
170
180
(4) 3φ6/m
l=190
(2) 3φ6/ml=1342
170
160
170
180
(4) 3φ6/m
(1) 3φ6/m · l = 1209
GP2

Fig. 3.12

1. Alegerea lucrabilităţii : Se impune, datorită grosimii mici a plăcii o,o6 m, folosirea unui beton plastic, cu consistenţa 5 ... 8 cm (tabelul 5.18 [1]).

2. Metoda de compactare.

Pentru compactarea betonului din placă se alege placă vibrantă cu vibrator VC-2, cu următoarele caracteristici :

lăţime l_1 = 1,1o m

lungime l_2 = 1,5o m

grosimea stratului compact h_s = o,2o m

Pentru compactarea betonului din grinzi se alege pervibratorul VEI - 36, cu următoarele caracteristici :

lungimea buteliei l_b = o,337 m

diametrul buteliei d = o,o37 m

raza de acţiune în beton R_o = o,2o m

3. Întocmirea planului de turnare :

a. Pentru betonul din placă.

- lăţimea fîşiei = în câmp 2 m

= prima fîşie o,66.2 = 1,32 m

- lungimea fîşiei B = 12 m

- numărul de deplasări a plăcii pe lăţimea unei fîşii :

$$n_1 = \frac{l_f}{l-o,1o} = \frac{2}{1,1o-o,1o} = 2 \text{ deplasări}$$

- numărul de deplasări de-a lungul fîşiei :

$$n_L = \frac{B}{l_2-o,1o} = \frac{12}{1,5o-o,1o} = 9 \text{ deplasări}$$

b. Pentru betonul din grinzi.

Grinda secundară.

- înălțimea unui strat : $h_s = l_b - 0,05 + 0,337 - 0,05 = 0,277$ m deci se toarnă betonul în 2 straturi de 2o cm.

- pe lățime b = 0,2o cm, vibratorul se va introduce o singură dată pentru că b = R_o = 0,2o cm ; deplasarea de-a lungul grinzii se face la distanța 1,5 R_o = 1,5.0,2o = 0,3o m.

Grinda principală.

- numărul de straturi $n_{str} = \frac{h_2}{h_s} = \frac{0,7o}{0,27} \approx$ 3 straturi

- pe lățime sînt necesare : pentru primul rînd și următoarele fără soț $(0,5R_o + 0,5 + 1,5R_o) = 2,5R_o = 2,5.0,2o = 0,5o$ m, acoperă lățimea de 0,3o m; pentru rîndul 2 și următoarele cu soț un singur punct de compactare; deplasarea de-a lungul grinzii la distanța maximă de o,6o m.

4. Determinarea debitului de beton necesar realizării unei turnări continui.

$$Q = \frac{V}{t_2 - t_1} = \frac{4,2o}{2 - 0,58} = 3 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_V = l_r\, h_p + h_1(a_1 - h_p) + h_2(a_2 - h_p)\, B = 4,2 \text{ m}^3$$

$$= 2,oo\ o,o6 + o,45(o,2o - o,o6) + o,7o(o,3o - o,o6)$$

t_2 = 2 ore tabela 5.19 [1]

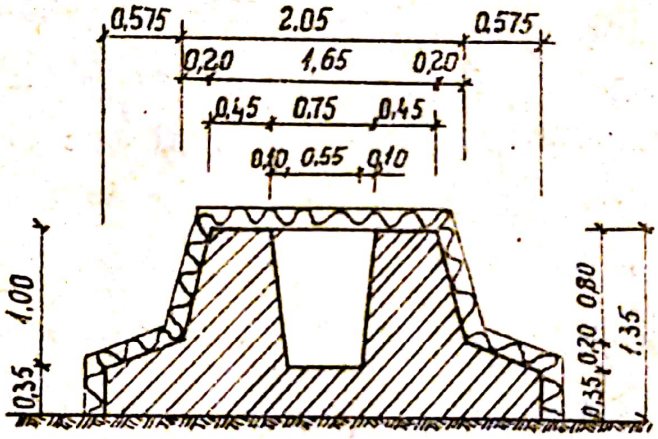
t_1 = o,58 ore calculat la lucrarea 3.3. punctul 4.

Capitolul 4. Executarea lucrărilor de beton pe timp friguros

4.1. Întărirea elementelor de beton pe timp friguros prin metoda conservării căldurii.

A. Tema lucrării.

Să se stabilească condiţiile de întărire pe timp friguros ale elementului din beton armat E_4, avînd dimensiunile din fig.4.1.Betonul turnat are dozajul de ciment C şi se toarnă cu ciment tip X.



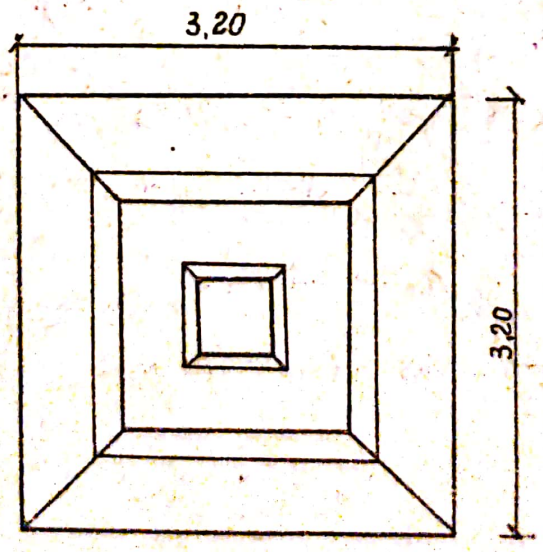


Fig. 4.1

B. Indicatii pentru rezolvare

4.1.1. Se calculează modulul de suprafaţă pentru a se alege metoda de lucru.

Modulul de suprafaţă M_s rezultă din relaţia :

$$M_s = \frac{S}{V}$$

în care S, în m^2 este suprafaţa prin care se pierde sau se primeşte căldura; (nu se iau în consideraţie suprafeţele în contact cu pămîntul neîngheţat sau cu betonul ce se găseşte la aceeaşi temperatură cu cel din secţiunea analizată)

4.1.2. Se alege ca metodă de lucru metoda conservării dacă :

$$M_s \leq 8 \qquad (4.1)$$

Dacă :

$$8 < M_s \leq 12 \qquad (4.2)$$

folosirea metodei conservării căldurii este facultativă, avînd prioritate metoda specifică elementelor ce reprezintă ponderea cea mai mare, în volumul total de beton ce se toarnă la un obiect sau pe un şantier.

4.1.3. Se stabilesc parametrii specifici întăririi betonului prin metoda conservării căldurii.

a) Se apreciază temperatura medie a betonului în timpul întăririi $t_{bm} = 7 \ldots 10^{\circ}$; este preferabil ca valoarea t_{bm} să nu fie prea ridicată, deoarece pierderile de căldură sînt proporţionale cu diferenţa între temperatura betonului şi temperatura aerului exterior t_{ae}.

b) Se determină durata τ, în ore, de întărire a betonului avînd temperatura t_{bm} pînă atinge rezistența la care înghețarea betonului nu mai este periculoasă, (în general 50% din R_{28}, iar pentru betoane turnate în elemente de deschideri $l > 6$ m, 70% din R_{28}).

Durata τ, în ore se determină cu relația :

$$\tau = 24\ z \qquad (4.3)$$

iar durata z, în zile se stabilește în graficele din fig.4.2, în funcție de t_{bm} și de natura cimentului.

c) Se estimează temperatura de calcul a aerului exterior (t_{ae}) adoptîndu-se valoarea cea mai scăzută ce se prevede că se va înregistra în perioada de timp z, în zile.

d) Se calculează temperatura betonului la terminarea punerii în operă t_b, cu relațiile :

$$t_b = 2\ t_{bm} + 5^{\circ}C \quad \text{pentru } M_s \leq 3 \qquad (4.4)$$

$$t_b = 2\ t_{bm} \quad \text{pentru } 3 < M_s \leq 8 \qquad (4.5)$$

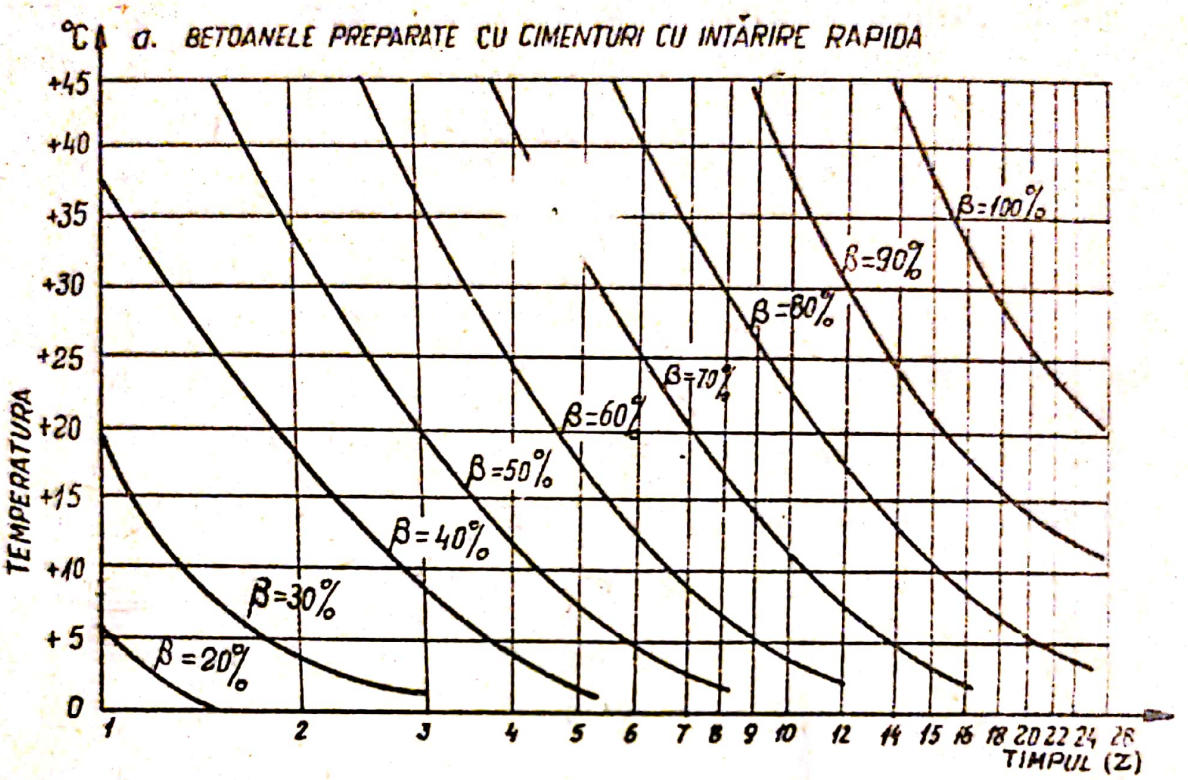
$$t_b = 3\ t_{bm} \quad \text{pentru } 8 < M_s \leq 12 \qquad (4.6)$$

e) Se extrage din [1] tabelul 5.3 valoarea exotermiei D în Kcal/Kg de ciment corespunzătoare duratei z, exprimată în zile; se interpolează liniar.

f) Se determină rezistența termică necesară, a izolației, din relația :

$$R_{iz,\ nec} = \frac{(t_{bm} - t_{ae})\ M_s \cdot \tau}{600\ t_b + CD} \qquad (4.7)$$

g) Se alege din [1] tab.5.23 soluția de izolare termică, care să aibă o rezistență termică efectivă superioară celei necesa-


°C
a. BETOANELE PREPARATE CU CIMENTURI CU INTĂRIRE RAPIDA
+45
+40
+35
+30
+25
+20
+15
+10
+5
0
TEMPERATURA
β=100%
β=90%
β=80%
β=70%
β=60%
β=50%
β=40%
β=30%
β=20%
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 12 14 15 16 18 20 22 24 28
TIMPUL (Z)

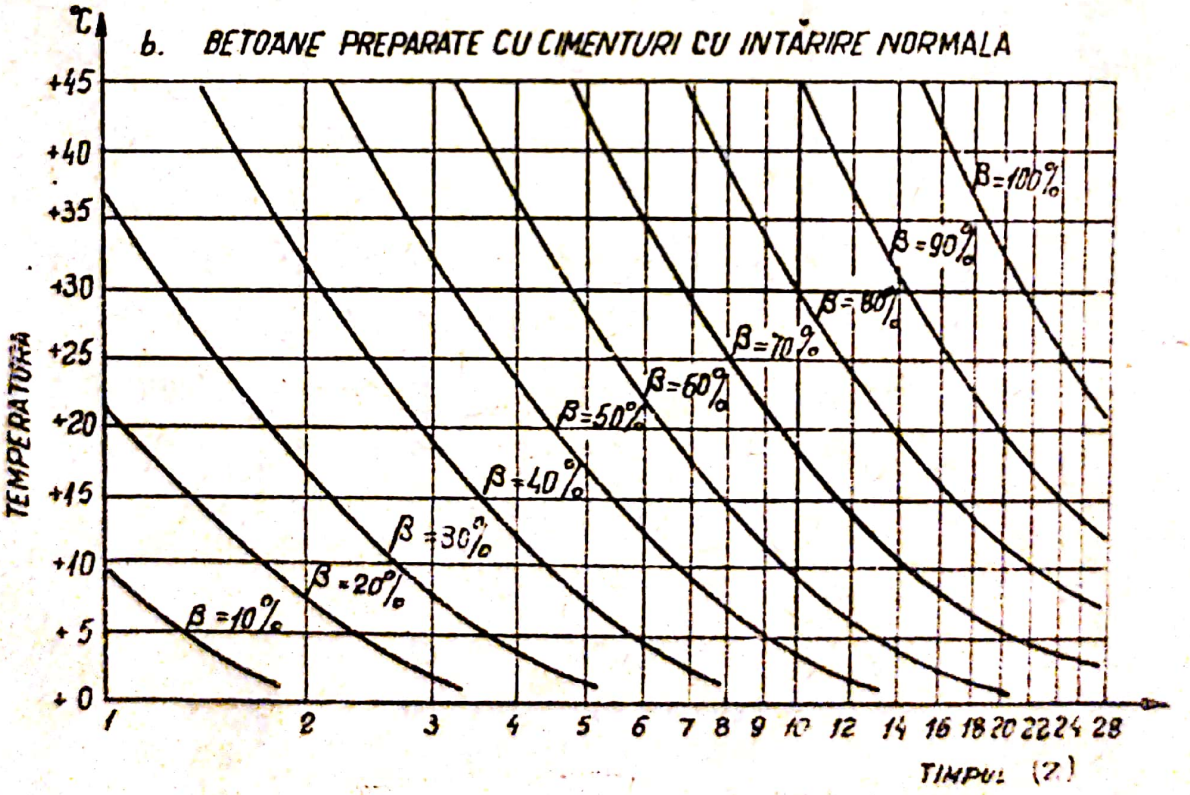

°C
b. BETOANE PREPARATE CU CIMENTURI CU INTĂRIRE NORMALA
+45
+40
+35
+30
+25
+20
+15
+10
+5
+0
TEMPERATURA
β=100%
β=90%
β=80%
β=70%
β=60%
β=50%
β=40%
β=30%
β=20%
β=10%
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 12 14 16 18 20 22 24 28
TIMPUL (Z)

Fig. 4.2

sare. Rezistenţa termică efectivă se determină cu relaţia :

$$R_{ef} = \frac{R'}{\alpha}$$

în care R', rezistenţa termică în m^2 h^oC/Kcal, corespunzătoare soluţiei din tabel.

α, coeficient care ţine seama de viteza vîntului.

Se apreciază următoarele viteze :

$v \leq 3$ m/s, pentru elemente situate sub nivelul terenului;

$v = 4. . . 5$ m/s, pentru elemente sub 5 m înălţime de la nivelul terenului;

$v = 6. . . 8$ m/s, pentru elemente peste 5 m înălţime de la nivelul terenului.

Pentru alte soluţii de izolare decît cele din tab. 5.2 3 rezistenţa termică R' rezultă din relaţia

$$R' = \sum \frac{d_i}{\lambda_i} + 0,05 \qquad (4.9)$$

în care d_i, în m, reprezintă grosimile diferitelor straturi din care este alcătuită izolaţia

λ_i, în Kcal/ m h^oC este coeficientul de conductivitate termică, care se extrage din documentaţia tehnică corespunzătoare.

c) <u>Exemplu numeric</u>

Se toarnă beton într-o fundaţie avînd dimensiunile din fig.4.1; în plan secţiunea fundaţiei este pătrată.

Beton B150

Ciment tip X = PZ 300

Dozaj ciment C = 250 kg/m^3

Rezolvare:

$$M_s = \frac{S}{V}$$

Suprafaţa care se izolează rezultă din fig. 4.1.

$S = 4 \times 3,2o \times (o,35 + o,2o + o,8o) + 3,2o \times 3,2o = 27,52\ m^2$

Pentru volum se foloseşte formula obeliscului :

$$V = \frac{h}{6}\left[(2a + a_1)\, b + (2a_1 + a)\, b_1\right]$$

în care : a şi b sînt laturile poligonului de bază, a_1 şi b_1 sînt laturile poligonului de vîrf; laturile paralele sînt a cu a_1 şi b cu b_1; h este înălţimea obeliscului.

$$V = 3,2o \times 3,2o \times o,35 + \frac{o,2o}{6}\left[(2 \times 3,2o + 2,o5)\, 3,2o + (2 \times 2,o5 + 3,2o)\, 2,o5\right] + \frac{o,8o}{6}\left[(2 \times 2,o5 + 1,65) \times 2,o5 + (2 \times 1,65 + 2,o5) \times 1,65\right] - \frac{1,oo}{6}\left[(2 \times o,75 + o,55)\, o,75 + (2 \times o,55 + o,75) \times o,55\right] = 3,584 + 1,4oo + 2,829 - o,426 = 7,387\ m^3$$

$$M_s = \frac{27,52}{7,387} = 3,7$$

Se alege ca metodă de lucru metoda conservării căldurii, deoarece $M_s = 3,7 < 8$

Se apreciază $t_{bm} = 7^oC$

Se determină în fig.4.2 valoarea în ore pentru $t_{bm} = 7^oC$ şi 5o % R_{28}.

$Z = 8,5$ zile

$\tau = 8,5 \times 24 = 2o4$ h

Se estimează că temperatura minimă a aerului exterior în următoarele 9 zile nu va depăşi - $2o^oC$, deci :

$t_{ae} = -\ 2o^oC$

Temperatura betonului la terminarea punerii în operă trebuie să fie :

pentru $3 < M_s = 3,7 < 8$ (relaţia 4.5)

$t_b = 2\, t_{bm} = 2 \times 7 = 14^{o}C$

Exotermia rezultă din [1] tabelul 5.3, la limita inferioară :

$$D = 8o + (1oo-8o)\,\frac{8,5 - 7}{28 - 7} = 8o + 1,5 = 81,5 \text{ Kcal/Kg.}$$

Rezistenţa termică necesară a izolaţiei :

$$R_{iz,\,nec} = \frac{(t_{bm} - t_{ae})\, M_s .\, \delta}{6oo\, t_b + CD} = \frac{(7 + 2o) \cdot 3,7 \times 2o4}{6oo \times 14 + 25o \times 81,5} =$$

$$= o,78 \text{ m}^2 \text{ h}^{o}\text{C/Kcal.}$$

Se alege din [1] tabelul 5.23 soluţia de izolare termică alcătuită dintr-un strat de stufit de 5 cm grosime acoperit cu un strat de carton asfaltat, aplicat la exterior. La partea superioară necofrată, se aşează un panou de cofraj şi apoi izolaţia amintită.

Rezistenţa termică efectivă a izolaţiei va fi :

pentru v = 3 m/sec (fundaţie)

$$R_{iz,ef} = \frac{R'}{\alpha} = \frac{o,23 + 1,oo}{1,15} = 1,o7 \text{ m}^2 \text{ h}^{o}\text{C/Kcal}$$

$R_{iz,ef} > R_{iz,nec}$

S-a luat în considerare coeficientul de penetraţie la vînt corespunzător stratului de carton asfaltat, deoarece acesta se aşează la exterior.

4.2. Întărirea betonului pe timp friguros prin metoda încălzirii locale în cămasă după turnare.

A. Tema lucrării

Să se stabilească condiţiile de întărire pe timp friguros ale elementului din beton armat E_2 având dimensiunile din fig. 4.3 şi să se determine debitul de căldură necesară pe m^3 de beton turnat (q_2).

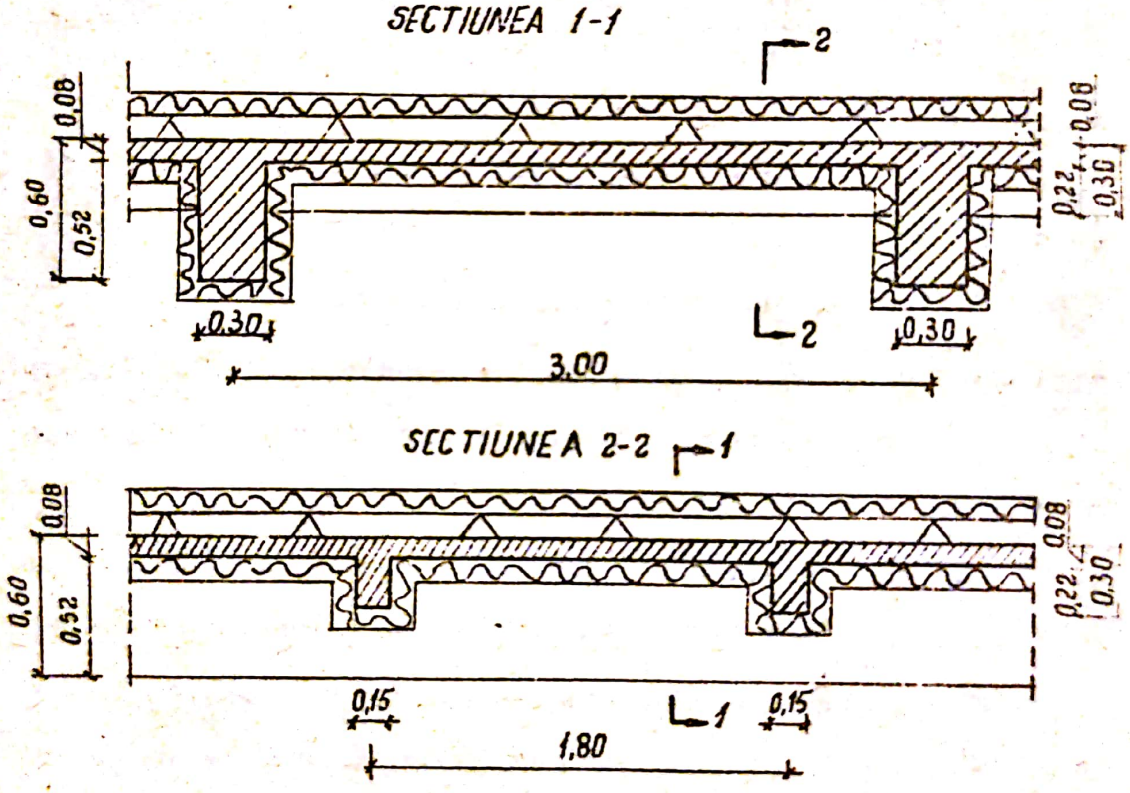


Fig. 4.3

Betonul se toarnă cu ciment de tip X.

B. Indicaţii pentru rezolvare

4.2.1. Se calculează modulul de suprafaţă pentru a se alege metoda de lucru (conf. 4.1.1).

4.2.2. Se alege metoda încălzirii locale după turnare atunci cînd :

$$M_s \geqslant 12 \qquad (4.10)$$

In acest caz se defalcă modulul de suprafaţă total M_s în modulul de suprafaţă al cofrajului izolat M_{siz} şi modulul de suprafaţă al cămăşii. Aceştia se calculează cu relaţiile :

$$M_{siz} = \frac{S_{iz}}{V} \qquad (4.11)$$

$$M_{sc} = \frac{Sc}{V} \qquad (4.12)$$

în care :

S_{iz}, în m^2 este suprafaţa cofrajului izolat termic aferentă volumului V.

S_c, în m^2, este suprafaţa cămăşii aferentă volumului V.

Dacă modulul de suprafaţă satisface condiţia, 4.2 metoda de lucru se alege în funcţie de metoda care convine elementelor cu ponderea cea mai mare.

4.2.3. Se stabilesc parametrii specifici întăririi betonului prin metoda încălzirii locale în cămasă, după turnare.

a) Se stabileşte temperatura betonului la terminarea punerii în operă t_b, astfel încît pierderile de căldură la preparare şi transport să fie minime. Se adoptă în general:

$$t_b = +5 \ldots +10^{\circ}C \qquad (4.13)$$

b) Se stabileşte temperatura maximă la care poate fi încălzit betonul t'_b pentru ca să nu se înregistreze scăderi finale de rezistenţă.

Deoarece se neglijează în acest caz exotermia cimentului, se

adoptă pentru t'_b o valoar. mai redusă (cu circa 5°C) decît valorile maxime prescrise pentru diferitele tipuri de ciment utilizate şi care se dau în [1] tabelul 5.2o.

c) Se stabileşte durata de încălzire izotermă τ în ore a betonului pentru ca acesta avînd temperatura t'_b să atingă 5o% R_{28} sau 7o% R_{28} (conf. 4.1.3 pct. b)

Valoarea τ în ore, se determină cu relaţia (4.3), iar valoarea z, în zile se stabileşte în graficele din fig. 4.2, în funcţie de t'_b şi de natura cimentului.

d) Se stabileşte valoarea de calcul a temperaturii aerului exterior pe aceleaşi criterii ca şi la pct. 4.1.3. c .

e) Se construieşte graficul de variaţie al temperaturii pentru încălzirea locală (fig. 4.4)

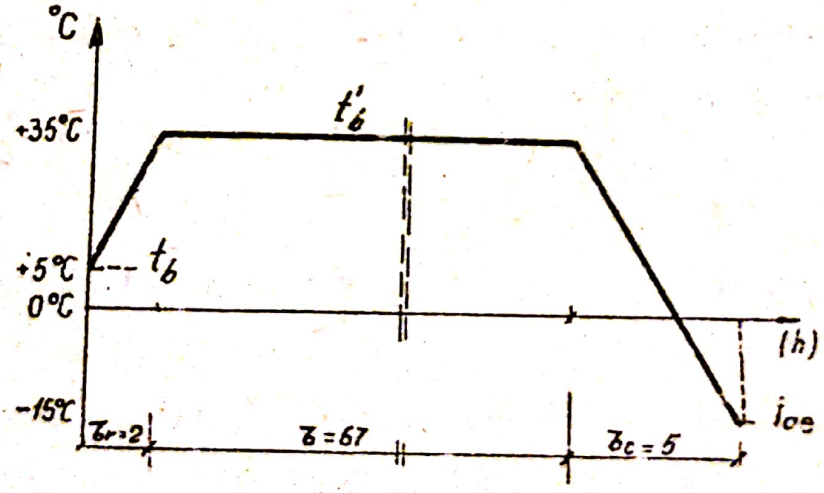


Fig. 4.4

Valorile :

τ_r durata de ridicare a temperaturii

τ_c, durata de coborîre a temperaturii

se stabilesc cu relaţiile :

$$\tau_r = \frac{t_b' - t_b}{v_r} \qquad (4.14)$$

$$\tau_c = \frac{t_b' - t_{ae}}{v_c} \qquad (4.15)$$

în care : $v_r = 15^oC/h$, este viteza de ridicare a temperaturii

$v_c = 10^oC/h$, este viteza de coborîre a temperaturii

f) Se aleg soluţiile de izolare termică a cofrajului şi de alcătuire a cămăşii, folosindu-se datele din [1] tabelul 5.23. Pentru cazul încălzirii locale după turnare nu sînt necesare soluţii prea costisitoare de izolare termică, pierderile de căldură fiind compensate direct; totuşi soluţiile respective trebuie să asigure un consum cît mai redus de căldură pe oră şi m^3.

g) Se calculează temperatura mediului încălzitor (amestec de abur şi aer) cu relaţia :

$$t_{mi} = t_b' + (t_b' - t_{ae}) \frac{S_{iz}}{S_b} \frac{R_b}{R_{iz}} \qquad (4.16)$$

S_b, în m^2, suprafaţa de contact între mediul încălzitor şi beton

$R_b = 0,05 \ldots 0,005$ m^2 $h^oC/Kcal$, rezistenţa termică la schimbul de căldură între mediul încălzitor şi beton

R_{iz}, în m^2 $h^oC/Kcal$, rezistenţa termică a cofrajului izolat stabilită la pct. f.

4.2.4. Se determină debitul de căldură q_2 necesară pe oră și m^3 de beton pentru a se menține constantă temperatura t'_b a betonului; se folosește relația :

$$q_2 = \frac{(t_{mi} - t_{ae})\, S_c}{V\, R_c} + \frac{(t'_b - t_{ae})\, S_{iz}}{V\, R_{iz}} \qquad (4.17)$$

sau

$$q_2 = (t_{mi} - t_{ae}) \frac{M_{sc}}{R_c} + (t'_b - t_{ae}) \frac{M_{siz}}{R_{iz}} \qquad (4.18)$$

în care :

R_c în m^2 h° C/Kcal, rezistența termică a cămășii.

C. Exemplu numeric

Se toarnă beton într-un planșeu având dimensiunile din fig. 4.3 cu ciment de tip X = pZ4oo.

$$S_{iz} = 3,oo \times 1,8o + 2\,(1,8o \times o,52 - o,15 \times o,22) + 2 \times o,22\,(3,oo - o,3o) = 8,53\ m^2.$$

$$S_c = 3,oo \times 1,8o = 5,4o\ m^2$$

$$V = 3,oo \times 1,8o \times o,o8 + o,52 \times o,3o \times 1,8o + \ldots \times o,15\,(3,oo - o,3o) = o,8oo\ m^3$$

$$M_s = \frac{8,53 + 5,4o}{o,8oo} = 17,4$$

Se alege metoda încălzirii locale după turnare, deoarece:

$$M_s = 17,4 > 12$$

Se defalcă modulul de suprafață

$$M_{siz} = \frac{8,53}{o,8oo} = 1o,65$$

$$M_{sc} = \frac{5,4o}{o,8oo} = 6,75$$

Se alege

$$t_b = +5^{\circ}C$$

Din [1] tabelul 5.2o, pentru PZ4oo

$$t_b' = 4o - 5 = 35^{\circ}C$$

Se determină din fig. 4.2 pentru $t_b' = 35^{\circ}C$ și ciment PZ4oo

$$z = 2,8 \text{ zile}$$

$$m = 2,8 \times 24 = 67 \text{ ore}$$

Se estimează că temperatura cea mai scăzută în următoarele trei zile nu va depăși $-15^{\circ}C$

$$t_{ae} = -15^{\circ}C$$

Se calculează

$$\mathcal{Z}_r = \frac{t_b' - t_b}{v_r} = \frac{35 - 5}{15} \simeq 2,o \text{ h}$$

$$\mathcal{Z}_c = \frac{t_b' - t_{ae}}{v_o} = \frac{35 + 15}{1o} \simeq 5,o \text{ h}$$

Se construiește graficul din fig. 4.4.

Din [1] tabelul 5.23 se alege pentru cofraj soluția de izolare cu un strat de stufit avînd împreună cu cofrajul, pentru $v = 4 \ldots 5$ m/s.

$$R_{iz,ef} = \frac{R'}{\alpha} = \frac{1,oo}{2,oo} = o,5o \text{ m}^2 \text{ h}^{\circ}\text{C/Kcal}$$

iar pentru cămașă soluția de alcătuire a panoului dintr-un strat de stufit de 5 cm între două straturi de carton asfaltat avînd pentru $v = 4 \ldots 5$ m/s :

$$R_{c,ef} = \frac{R'}{\alpha} = \frac{2 \times o,23 + 1,oo}{1,25} = 1,16 \text{ m}^2\text{h}^{\circ}\text{C/Kcal}.$$

Temperatura mediului încălzitor va fi :

Scanned with OKEN Scanner

$$t_{mi} = t'_b + (t'_b - t_{ae}) \frac{s_{iz}}{s_b} \frac{R_b}{R_{iz}} =$$

$$= 35 + (35 + 15) \frac{8,53}{5,40} \frac{0,005}{0,50} = 36^{\circ}C$$

Pentru R_b s-a luat valoarea $R_b = 0,005$ deoarece încălzirea se face cu abur.

Debitul de căldură necesar pe oră și m^3 de beton

$$q_2 = (t_{mi} - t_{ae}) \frac{M_{sz}}{R_c} + (t'_b - t_{ae}) \frac{M_{siz}}{R_{iz}} =$$

$$= (36+15) \frac{6,75}{1,16} + (35+15) \frac{10,65}{0,50} = 297 + 1065 = 1362 \text{ Kcal/m}^3\text{h}.$$

Se remarcă pierderea ridicată de căldură prin cofrajul izolat cu stufit. Dacă la această izolație adăugăm un strat de carton asfaltat, rezultă :

$$R_{iz,ef} = \frac{1,00 + 0,23}{1,25} = 0,984$$

$$t_{mi} = 35 + (35+15) \frac{6,53}{5,40} \times \frac{0,005}{0,50} \simeq 35^{\circ}C$$

$$q_2 = (35+15) \frac{6,75}{1,16} + (35+15) \frac{10,65}{0,984} = 291+541=832 \text{ Kcal/h m}^3$$

Se observă marea importanță pe care o are alegerea judicioasă a soluției de izolare termică. In general se recomandă să se compare între ele 2 ... 3 soluții.

4.3. Stabilirea condițiilor de preparare a betonului pe timp friguros și cantității de căldură necesară în stație pe m^3 de beton.

A. Tema lucrării

Să se stabilească condițiile de preparare pe timp friguros a unui beton de marcă B a cărui compoziție se cunoaște și care se toarnă în elementul E și să se determine cantitatea de căldură necesară pe m^3 în stația de beton.
Se cunoaște de asemenea temperatura t_b la terminarea punerii în operă, precum și condițiile organizatorice de preparare, transport și turnare a betonului.

B. Indicații pentru rezolvare

4.3.1. Se determină, pe baza condițiilor organizatorice de preparare, transport și punere în operă și a temperaturii betonului t_b la terminarea punerii în operă, temperatura t_{b_1} la ieșirea din betonieră.

In acest scop se stabilesc :

a) Temperatura de calcul a aerului exterior t_{ae} ;

Se adoptă drept temperatură de calcul pentru o zi anumită din perioada de timp friguros temperatura înregistrată în acea zi la ora 7 dimineața, la 5 m distanță de clădiri și la 1,5 m înălțime de sol.

b) Numărul de transbordări ale betonului, n, din momentul preparării până la punerea lui în operă se stabilesc avîndu-se în vedere condițiile organizatorice de preparare, transport și punere în operă.

c) Durata Δi, în minute, ale diferitelor perioade de transport sau de staţionare în mijloacele de transport sau buncăre, respectiv de punere în operă se stabilesc luîndu-se în considerare de asemenea condiţiile organizatorice amintite.
Pentru duratele de transport se utilizează relaţia :

$$\Delta_i = \frac{60\, D_i}{v_i}$$

în care D_i, în km este distanţa de transport cu mijlocul i.

v_i, în km/h, este viteza de transport cu mijlocul i.

d) Se calculează expresia $\sum \theta_i \Delta_i$ în care θ_i, reprezintă scăderile de temperatură la transport şi la punere în operă exprimate în $^oC/^oC$ diferenţă de temperatură şi minut în funcţie de tipul şi modul de izolare termică a mijlocului de transport sau de depozitare, respectiv de dimensiunile elementului în care se toarnă betonul; valorile θ_i se extrag din [1] tabelele 5.21 şi 5.22.

e) Se calculează temperatura betonului la ieşirea din betonieră t_{b_1}, cu relaţia :

$$t_{b_1} = t_b + (t_b - t_{ae}) \left(n\theta_o + \sum \theta_i \Delta_i \right) \qquad (4.19)$$

Valoarea θ_o se extrage tot din tabelul 5.21

4.3.2. Se determină temperatura medie a a componenţilor betonului, uscaţi neamestecaţi t_{b_o} cu relaţia :

$$t_{b_o} = 1{,}1\, t_{b_1} + 1^o \qquad (4.2o)$$

Se compară valoarea t_{b_o} cu valoarea limită din [1] tabelul 5.2o.

4.3.3. Se determină temperaturile la care se încălzesc componenţii betonului.

a) Se presupune că agregatele se utilizează numai desgheţate ($t_{ag} = +5^{0}C$), cimentul la temperatura aerului exterior ($t_c = t_{ae}$), iar apa se încălzeşte la temperatura necesară pentru obţinerea temperaturii medii t_{b_o} a componenţilor betonului; se foloseşte relaţia :

$$t_a = \frac{\rho_b \cdot c_b \cdot t_{b_o} - (g_c t_c + g_n t_n + g_p t_p) c_{ag}}{g_a \cdot c_a} \qquad (4.21)$$

în care ρ_b, în kg/m^3 este densitatea aparentă a betonului proaspăt, compactat ;

c_b, în Kcal/Kg, căldura specifică a betonului proaspăt (c_b = o,24...o,25, astfel încît produsul ρ_b c_b = 6oo)

g_c, în Kg/m^3, cantitatea de ciment necesară pentru 1 m^3 de beton

g_n, g_p, în Kg/m^3, cantităţile de nisip, respectiv pietriş de umiditate corespunzătoare celei pe care o au agregatele în momentul introducerii în betonieră ;

g_a, în Kg/m^3, cantitatea de apă de adaos

c_{ag}, în Kcal/Kg, căldura specifică a agregatelor şi a cimentului (c_{ag} = o,2, ca pentru orice piatră)

c_a = 1 Kcal/Kg, căldura specifică apei.

Valoarea t_a, determinată prin această relaţie se consideră satisfăcătoare dacă este mai mică sau cel mult egală cu valoarea limită prescrisă pentru diferitele tipuri de ciment conform [1] tabelul 5.2o.

b) Dacă valoarea t_a, depăşeşte valoarea limită prescrisă în [1] tabelul 5.2o se adoptă pentru apă valoarea t'_a egală cu valoarea limită şi se calculează temperatura la care este necesar să se încălzească nisipul, sau nisipul şi pietrişul.

In cazul în care pietrişul este utilizat numai desgheţat, iar nisipul la o temperatură superioară, se foloseşte relaţia :

$$t'_n = \frac{\rho_b \; c_b \; t_{bo} - (g_c \; t_c + g_p \; t_p) \; c_{ag} - g_a \; c_a \; t'_a}{g_n \; c_{ag}} \qquad (4.22)$$

în care:

$$t_c = t_{ae}$$

$$t_p = + 5^oC$$

In cazul în care se încălzesc la temperaturi superioare celei de dezgheţ atît nisipul cît şi pietrişul, temperatura aceasta se determină cu relaţia :

$$t''_{ag} = t''_n = t''_p = \frac{\rho_b \; c_b \; t_{b_o} - g_c c_{ag} \; t_c - g_a \; c_a \; t'_a}{(g_n + g_p) \; c_{ag}} \qquad (4.23)$$

în care $t_c = t_{ae}$

4.3.4. Se determină cantitatea de căldură q_b, în Kcal/m^3 necesară pentru prepararea unui m^3 de beton cu relaţia :

$$q_b = c_a \cdot g_a \; (t_f - t_i) + \Sigma c_{ag} \; g'_{ag} \; (t_f - t_i) + \Sigma \; 1o^{-2} u_{ag} \; g'_{ag} \; x$$

$$x (t_f - o,5 \; t_i + 8o) \qquad (4.24)$$

în care : $c_a = 1$, este căldura specifică a apei ;

g_a , cantitatea de apă ce se adaugă la prepararea betonului

g'_{ag}, cantitatea de agregat uscat (nisip, pietriş) din amestecul de beton ;

c_{ag}, căldura specifică agregatului (c_{ag}=o,2);

t_f, temperatura finală a componentului;

t_i, temperatura iniţială a componentului;

u_{ag}, umiditatea absolută a componentului în momentul introducerii în betonieră;

o,5 Kcal/Kg, căldura specifică a gheţii;

8o Kcal/Kg, căldura latentă de topire a gheţii.

Se consideră :

pentru agregate $t_i = t_{ae}$

$t_f = t_n$, t_p stabilite la pct.4.3.3.

pentru apă $t_i = +10^oC$

$t_f = t_a$, sau t'_a stabilită la pct.4.3.3.

(4.25)

C) Exemplu numeric

Se toarnă beton de marcă B25o în elementul E 2, analizat în lucrarea 4.2. Compoziţia betonului (materiale uscate) este: g'_c = 285 Kg/m^3; g'_{ag} = 1975 Kg; g'_a = 19o Kg.
Se foloseşte nisip de rîu cu 3 % umiditate şi pietriş de rîu cu 1% umiditate.

Condiţii organizatorice de preparare, transport şi punere în operă :

- betonul se descarcă din betonieră într-un buncăr izolat termic în care staţionează maxim 1o' şi se încarcă apoi în autobasculante de 4,5 t neizolat termic.

- se transportă cu autobasculantele la D = 1,5 Km, cu viteza

de 15 Km/h şi se descarcă în bene neîncălzite termic cu o,8 m^3 capacitate din care se pune în operă în elementele planşeului;

- durata de staţionare în bene o,15 ore
- durata punerii în operă o,1o ore/m^3 de beton

4.3.1. Temperatura t_{b_1} a betonului la ieşirea din betonieră.

$t_{ae} = -7^{o}C$

$n = 3$

Se calculează $\sum \theta_i \Delta_i$, valorile θ_i rezultînd din [1] tabelele 5.21 şi 5.22.

Staţionarea în buncăre izolate : 1o' x o,oo8 = o,o8

$\Delta_1 = 1o'$

Transportul cu autobasculanta

$\Delta_2 = \frac{6o \times 1,5}{15} = 6'$ 6' x o,o25 = o,15o

Staţionare şi transport cu bena $\Delta_3 = o,15 \times 6o = 9'$ 9' x o,o25 = o,225

Punere în operă

$\Delta_4 = o,8 \times o,1o \times 6o = 4,8'$ 4,8 x o,o24 = o,115

o,57o °C/°C

Temperatura t_{b_1}

$t_{b_1} = t_b + (t_b - t_{ae}) \left(\frac{n\theta_o + \sum \theta_i \Delta_i}{} \right) = 5 + (5+7)(3 \times o,o32 + o,57o) = 13^{o}C$

4.3.2. Temperatura t_{b_o}

$t_{b_o} = 1,1\ t_{b_1} + 1^{o} = 1,1 \times 13 + 1 \simeq 15^{o}C$

$t_{b_o} < 4o^o$ admisibil pentru ciment PZ4oo [1] tabelul 5.2o.

4.3.3. Temperaturile componenţilor betonului.

Compoziţia betonului, materiale uscate este :

$$g'_c = 285 \text{ Kg}$$

$$g'_a = 19o \text{ Kg}$$

Cantităţile uscate de nisip şi pietriş se stabilesc funcţie de diagrama granulometrică aleasă.

Din [1] figura 5.3 rezultă pentru un beton bun proporţia de 55% agregat > 7 mm (pietriş) şi 45% agregat < 7 mm (nisip).

$$g'_p = o,55 \times 1975 = 1o85 \text{ kg}$$

$$g'_p = o,45 \times 1975 = 89o \text{ kg}$$

Compoziţia betonului materiale umede

$$\Delta_p = 1o^{-2}\, u_p = 1o^{-2}\, 1 \cdot 1o85 = 11 \text{ kg}$$

$$\Delta_n = 1o^{-2}\, u_n = 1o^{-2}\, 3 \cdot 89o = 27 \text{ kg}$$

$$g_p = g'_p + \Delta_p = 1o85 + 11 = 1o96 \text{ kg}$$

$$g_n = g'_n + \Delta_n = 89o + 27 = 917 \text{ kg}$$

$$g_a = g'_a - (\Delta_p + \Delta_n) = 19o - (11 + 27) = 152 \text{ kg}$$

$$g_c = 285 \text{ kg}$$

conform relaţiei (4.21)

$$t_a = \frac{6oo \cdot 15 - (-285 \cdot 7 + 9117 \cdot 5 + 1o96 \cdot 5) \cdot o,2o}{152 \cdot 1} =$$

$$= \frac{9ooo - 1614}{152} = 48^oC$$

$t_a = 48^oC < 7o^o$ admisibil pentru Pz4oo conform [1] tabelul 5.2o.

4.3.4. Cantitatea de căldură q_b pentru 1 m^3 de beton, conform relației (4.24) este :

$$q_{b2} = 152\,(48-10) + 0{,}2\,(1085 + 890)\,(547) + (11427)(5+0{,}5.7+80)$$

$$= 5776 + 4740 + 3363 = 13879 \text{ Kcal/m}^3$$

4.4. Dimensionarea instalatiilor de încălzire pentru executarea betoanelor pe un timp friguros.

A. Tema lucrării

Să se determine debitul de căldură necesar pe un şantier pe care se execută lucrări de beton pe timp friguros, atît prin metoda conservării căldurii, cît şi prin metoda încălzirii locale după turnare.

Prin metoda conservării căldura se toarnă beton în elemente E_1, iar prin metoda încălzirii locale după turnare în elemente E_2. Staţia de beton are o productivitate de exploatare de P_{ex}, în m^3/h, programul de lucru, ω , în h/zi şi coeficientul K de utilizare a timpului de program.

B. Indicaţii pentru rezolvare

4.4.1. Se stabileşte cantitatea de căldură necesară în staţie pe m^3 de beton ce se toarnă în elemente E_1, ce se întăresc pein metoda conservării căldurii.

a) Se determină temperatura betonului la terminarea punerii în operă pentru elementele E_1, procedîndu-se ca în lucrarea 4.1.

Pentru temperatura aerului exterior se adoptă însă o valoare convenţională $t_{ae} = -15^{o}C$.

b) Se determină cantitatea de căldură q_{μ} (Kcal/m^3) necesară

în stație pentru 1 m^3 de beton din elementele E_1, pentru ca acesta să aibă la terminarea punerii în operă temperatura t_b stabilită la pct. 4.4.1 a ; se procedează ca în lucrarea 4.3. adoptîndu-se însă pentru temperatura aerului exterior o valoare convențională -5°C.

4.4.2. Se stabilește debitul de căldură q_2 (Kcal/m^3 h) pentru încălzirea locală după turnare a elementelor E_2, procedînsu-se ca în lucrarea 4.2.

Pentru temperatura aerului exterior se adoptă însă o valoare convențională t_{ae} = -15°C.

4.4.3. Se determină cantitatea de căldură q_{b_2} (kcal/m^3) necesară în stație pentru 1 m^3 de beton din elementele E_2 pentru ca acesta să aibă la terminarea punerii în operă temperatura t_b stabilită la pct. 4.4.2. Se procedează ca în lucrarea 4.3, adoptîndu-se însă pentru temperatura aerului exterior o valoare convențională t_{ae} = -5°C.

4.4.4. Se determină debitele de căldură necesare în stația de beton și la locul de punere în operă cu relațiile :

$$Q_s \geq p_{ex}\ q_{b_1} \cdot k \qquad (4.26)$$

$$Q_s \geq p_{ex}\ q_{b_2} \cdot k \qquad (4.27)$$

$$Q_\ell \geq q_2 \cdot V \qquad (4.28)$$

în care : Q_s, în kcal/h, debitul de căldură necesar în stația de beton;

Q_ℓ, în kcal/h, debitul necesar în punctul de încălzire locală după turnare;

K, coeficientul de utilizare a timpului programat (mediu, zilnic) ;

V_i, în m^3, volumul de beton turnat anterior ce trebuie încălzit local după turnare, într-o anumită zi în care se toarnă beton.

Volumul V rezultă din expresia

$$V = \sum_{i=1}^{z} V_i \qquad (4.29)$$

în care V_i, în m^3, este volumul de beton turnat în ziua i din cel z zile cît durează încălzirea locală a betonului după turnare (lucrarea 4.2, pct. 4.2.3 c).

Admiţînd pentru dimensionarea instalaţiei de încălzire că volumele turnate zilnic sînt egale, rezultă :

$$V_1 = V_2 = \ldots = V_z = k \; p_{ex} \qquad (4.30)$$

în care : k este coeficientul de utilizare a timpului programat (mediu zilnic) ;

ω , în h/zi, este programul mediu zilnic

p_{ex}, în m^3/h, este productivitatea orară de exploatare.

4.5. Dacă se foloseşte aceeaşi sursă de căldură pentru staţia de beton şi pentru încălzirea locală după turnare, debitul total de căldură necesar Q_t, în kcal/h, rezultă din relaţia :

$$Q_t = Q_s + Q_l \qquad (4.31)$$

C. <u>Exemplu numeric</u>

Caracteristicile elementelor E_1 şi E_2 sînt cele din exemplele numerice de la lucrarea 4.1 şi 4.2.

Condiţiile organizatorice de turnare sînt :

- pentru elementele E_2, cele de la lucrarea 4.3,

- pentru elementele E_1, cele de la lucrarea 4.3, cu următoarele modificări :

- betonul se descarcă din autobasculantă pe o platformă din care se încarcă în roabe neizolate termic,

- staţionarea pe platformă 15' ,

- durata transportului cu roaba 2' ,

- durata punerii în operă o,8o h/m^3.

- p_{ex} = 6 m^3/h; k = o,7 ;ω = 8 h/zi.

Rezolvare :

4.4.1. a) Temperatura betonului la terminarea punerii în operă. Elementul se întăreşte prin metoda conservării căldurii deoarece (lucrarea 4.1) :

$M_s = 3,7 < 8$

$t_{bm} = 7^oC$

$z = 8,5$ zile

$t_b = 14^oC$

$\tau = 2o4$ h.

Pentru $t_{ae} = -15^oC$ rezultă

$$R_{iz,nec} = \frac{(t_{bm} - t_{ae})\, M_s\, \tau}{6oo\, t_b + CD} = \frac{(7+15)\, 3,7 \times 2o4}{6oo.14+25o.81,5} = o,64 \ m^2h^oC/kcal.$$

Se alege aceeaşi soluţie de izolare ca şi în lucrarea 4.1.

$R_{iz\ ef} = 1,o7\ m^2h\ ^oC/kcal$; $R_{iz\ nec} = o,64\ m^2h\ ^oC/kcal$

b) Cantitatea de căldură q_{b_1}.

In elementul E_1 se toarnă beton B 150 cu ciment Pz 300.

Compoziţia betonului (materiale uscate) este :

g'_c = 250 kg/m^3

g'_{ag} = 1985 kg/m^3

g'_a = 165 kg/m^3

Se foloseşte acelaşi agregat ca şi în lucrarea 4.2.

Se adoptă : $t_{ae} = -5^oC$.

Calculul temperaturii betonului la ieşirea din betonieră

$$t_{b_1} = t_b + (t_b - t_{ae})\, n\Theta_o + \Sigma\Delta_i\Theta_i)$$

$n = 4$ $\quad \Theta_o = 0,032$

$\Sigma\Delta_i\Theta_i$:

Staţionarea în buncăre izolate $\Delta_1 = 10'$ $\quad$ 10x0,008=0,080

Transport cu autobasculanta

neizolată $\quad \Delta_2 = \frac{60 \times 1,5}{15} = 6'$ $\quad$ 6 x 0,025 = 0,150

Staţionare pe platformă $\Delta_3 = 15'$ $\quad$ 15 x 0,025 = 0,375

(se asimilează cu basculanta neizolată)

Staţionarea în roabă neizolată

$\Delta_4 = 2'$ $\quad$ 2 x 0,025 = 0,050

Punere în operă [1] tabelul 5.22

$\Delta_5 = 0,12x0,8x60 = 5,8$ $\quad$ 5,8x0,003 = 0,017

$\Sigma\Delta_i\Theta_i = 0,672$

$$t_{b_1} = 14 + (14+5)\,(4 \times 0,032 + 0,672) = 30^oC$$

$$t_{b_o} = 1,1\, t_{b_1} + 1^o = 1,1 \times 30,4 + 1 = 35^oC$$

Scanned with OKEN Scanner

Se compară valoarea t_{b_o} cu valoarea limită din [1] tabelul 5.2o.

$t_{b_o} = 35^o < 45^o$, admisibil pentru Pz 3oo

Compoziţia betonului materiale uscate :

g'_c = 25o kg Pz 3oo

g'_a = 165 kg

Proporţia între pietriş şi nisip[1] fig. 5.3, aceeaşi ca şi în lucrarea 4.3

$g'_p = o,55 \times 1985 = 1o92$ kg

$g'_n = o,45 \times 1985 = 993$ kg

Compoziţia betonului cu agregate umede

$\Delta p = 1o^{-2} u_p g'_p = 1o^{-2} . 1 . 1o92 = 11$ kg

$\Delta n = 1o^{-2} u_n g'_n = 1o^{-2} . 3 . 993 = 3o$ kg

$g_p = g'_p + \Delta p = 1o92 + 11 = 11o3$ kg

$g_n = g'_n + \Delta n = 993 + 3o = 1o23$ kg

$g_a = g'_a - (\Delta p + \Delta n) = 165 - (11+3o) = 124$ kg

Conform relaţiei (4.21) în care $t_n = t_p = +5^oC$, iar $t_{ae} = -5^oC$

$$t_a = \frac{6oo.3o - (-25o.5 + 1o23.5 + 11o3.5) \times o,2g}{124.1} = 7o^oC$$

$t_a = 7o^oC < 8o^oC$ admisibil pentru Pz 3oo,[1] tabel 5.2o

Conform relaţiei (4.24)

$q_{b_1} = 124(7o-1o) + o,2M(1o92+993)(5+5) + (11,3o)(5+o,5.5+8o) =$

$= 744o + 417o + 3588 = 15.2oo$ Kcal/m^3.

4.4.2. Debitul de căldură q_2 kcal/h m^3 necesar în punctul de încălzire locală a elementelor E_2 se calculează

ca în lucrarea 4.2 în care se ia $t_{ae} = -15^{o}C$.

Deoarece pentru temperatura efectivă a aerului exterior în cele 2,8 $\simeq$ 3 zile cît durează încălzirea locală s-a apreciat tot $t_{ae} = -15^{o}C$, valoarea q_2 rămîne neschimbată.

$$q_2 = 832 \text{ kcal/h m}^3.$$

4.4.3. Cantitatea de căldură q_{b_2}

Elementele care se toarnă sînt cele analizate în lucrarea 4.3, cu deosebirea că $t_{ae} = -5^{o}C$.

Rezultă conform 4.3

$$t_{b_1} = t_b + (t_b - t_{ae})(n\theta_o + \Sigma \Delta_i \theta_i) =$$

$$= 5 + (5+5)\ (3x0,032+0,57o) = 11,66^{o}C$$

$$t_{b_o} = 1,1\ t_{b_1} + 1^{o} = 13.82 = 14^{o}C$$

$t_{b_o} = 14^{o}C < 40^{o}$ admisibil pentru Pz 400 conform [1] tab.5.20.

Conform relaţiei 4.21

$$t_a = \frac{600.14 - (-285.5+917.5+1096.5)\ x\ 0,20}{152.1} = 44^{o}C$$

$t_a = 44^{o}C < 70^{o}$ admisibil pentru Pz 400 conform [1] tab. 5.20.

Conform relaţiei 4.24

$$q_{b2} = 152(44-10) + 0,2(1085+890)\ (5+5) + (11+27)(5+0,5x5+80) =$$

$$= 5168 + 3950 + 3325 = 12.450 \text{ kcal/m}^3.$$

4.4.4. Debitul de căldură necesar în staţie

$$Q_{s_1} = P_{ex} \cdot q_{b_1} = 6x15200 = 91200 \text{ Kcal/h}$$

$$Q_{s_2} = P_{ex} \cdot q_{b_2} = 6x12450 = 74700 \text{ kcal/h}$$

de unde

$$Q_g = 91200 \text{ kcal/h}$$

Debitul de căldură necesar în punctul de încălzire locală

$$Q_\ell = q_2 \cdot V$$

Volumul de beton ce se încălzește simultan va fi :

$$V = \sum_{i=1}^{3} V_i$$

decarece z = 3, este numărul de zile cît este necesară încălzirea locală a betonului (lucrarea 4.2 pct. 4.2.3.c)

Presupunînd :

$$V_1 = V_2 = V_3 = k \; P_{ex} \omega = 0{,}7 \times 6 \times 8 = 33{,}6 \text{ m}^3$$

$$Q_\ell = zq_2V_1 = 3 \times 832 \times 33{,}6 = 83.870 \text{ kcal/h.}$$

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul 5. Lucrări de cofrare.

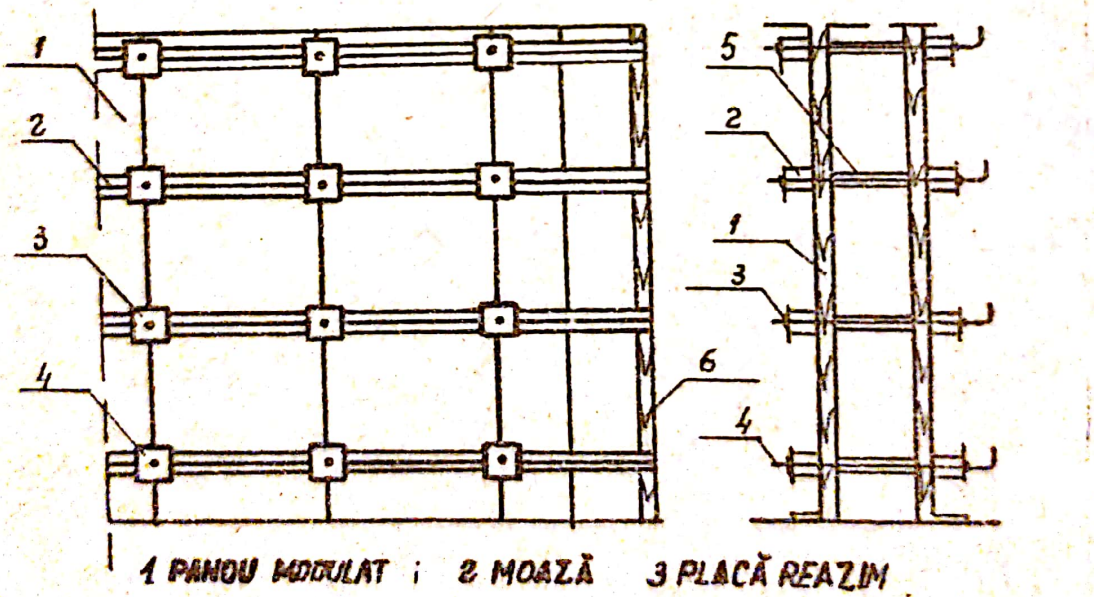
5.1. Alcătuirea şi dimensionarea unui cofraj de perete din elemente demontabile de inventar.

A. Tema lucrării.

Să se alcătuiască cofrajul necesar realizării pereţilor din beton armat avînd înălţimea H_s, grosimea a şi lungimea L. Să se determine mărimea sarcinilor ce acţionează asupra acestui cofraj.

B. Indicaţii pentru rezolvare.

Un cofraj din elemente modulate pentru realizarea unui perete din beton armat are următoarea alcătuire (fig. 5.1);



1 PANOU MODULAT ; 2 MOAZĂ 3 PLACĂ REAZIM

4 BULON PRINDERE 5. DISTANŢIER 6 DULAP DE COMPLETARE

Fig.5.1.

- fața cofrajului este constituită din panouri de inventar, în mod obișnuit din placaj rezistent la umiditate ;

- elementele de susținere orizontale, moaze ;

- elemente auxiliare cum sînt distanțierii și buloanele cu placă de rezemare sau dispozitiv din oțel beton cu pene sau zăvoare.

5.1.1. Alegerea panourilor de inventar. Panourile sînt confecționate la dimensiuni modulate, cu modulul de 10 cm, în următoarele dimensiuni :

- lățime 30, 40, 50 și 100 cm,
- lungime 100, 150, 250 cm iar pentru construcțiile civile înălțimea unui nivel,
- grosime 10 cm.

Se aleg astfel panourile încît să rezulte un număr minim (număr minim de rosturi) precum și un număr minim de tipuri de panouri.

Astfel se începe cu acoperirea suprafeței cu panouri de 100 cm și apoi se completează cu panouri de 30, 40 și 50 cm. Pentru valori diferite de modulul de 10 cm se folosesc completări din dulapi (5 cm) sau scînduri ($\leq$ 5 cm) fig. 5.1 și fig. 5.2.

5.1.2. Alegerea elementelor de susținere. Moazele sînt alcătuite din 2 dulapi legați cu fururi ce crează un interspațiu necesar pentru trecerea legăturilor. Moazele se dispun în mod obișnuit la distanțe de 50 . . . 70 cm sau la distanțe variabile funcție de diagrama de împingere a betonului.

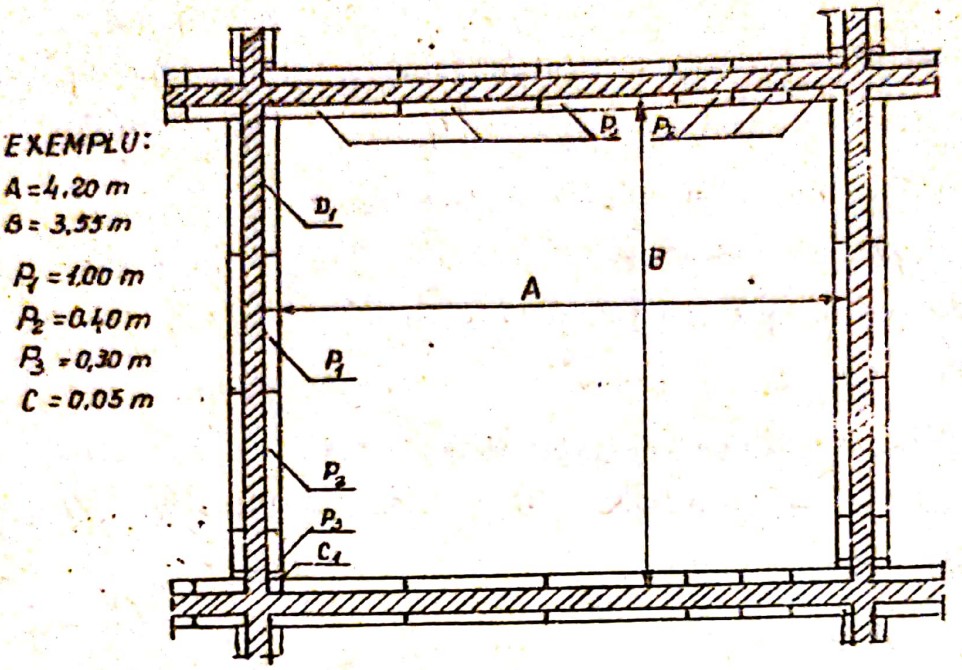


Fig. 5.2.

5.1.3. Elementele de legătură sînt alcătuite din buloane cu placă de rezemare; legături din oţel beton cu pene sau cu zăvoare.

Distanţa între elementele de legătură este de 1..1,2o m.

5.1.4. Distanţierii sînt alcătuiţi din beton, ţeavă din oţel sau material plastic şi din produse ceramice. Distanţierii au rolul de a menţine distanţa între panourile cofrajului şi proteja bulonul de legătură.

5.1.5. Mărimea sarcinilor ce acţionează asupra cofrajelor.

Asupra cofrajelor pentru pereţi acţionează în mod obişnuit sarcinile orizontale:

- uniform distribuite; împingerea betonului, încărcări provenite din şocul produs la descărcarea betonului şi încărcări din vînt;

- concentrate; provenite din forţa de vibrare.

a. Presiunea laterală a betonului se determină considerînd betonul ca un lichid greu. Diagrama de presiune este reprezentată în fig. 5.3 pentru betonul vibrat şi în fig. 5.4 pentru betonul compactat manual sau nevibrat.

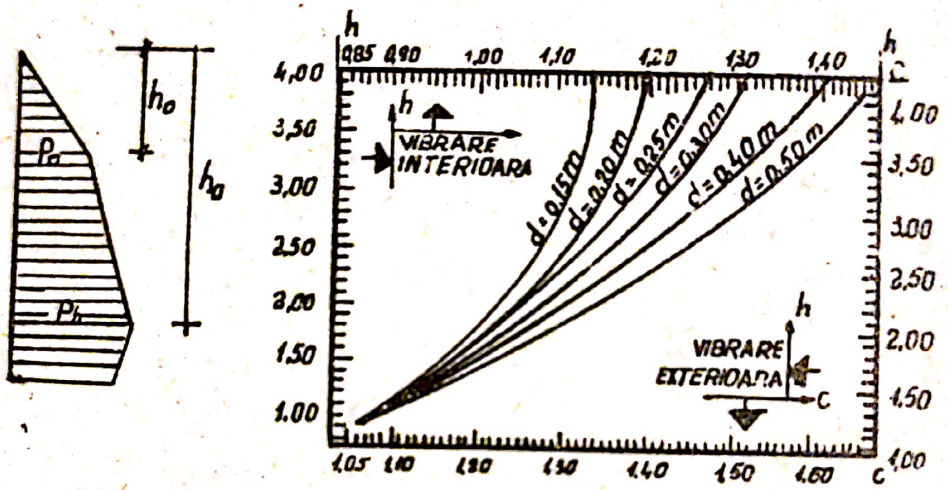


Fig.5.3

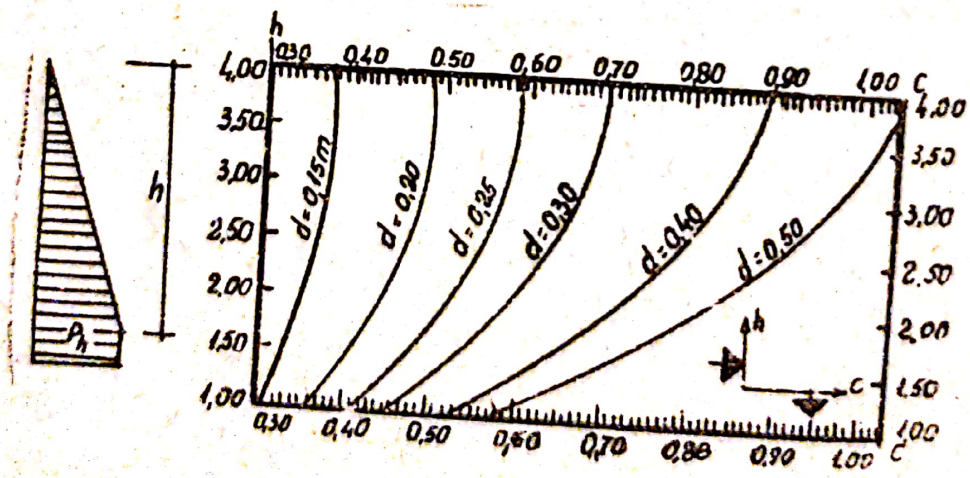


Fig. 5.4

b. Pentru betoanele compactate prin vibrare pe prima porţiune presiunea maximă, în zona unde acţionează vibratoarele, este :

$$P_o = h_o \cdot \gamma_b \qquad (5.1)$$

unde:

h_o = adîncimea maximă la care presiunea betonului poate fi asimilată cu un lichid greu (se ia h_o = 0,8 m pentru betoanele vibrate interior şi h_o = 1,0 m pentru betoanele vibrate exterior) ;

γ_b = greutatea specifică aparentă a betonului, în daN.

In zonele inferioare celor în care acţionează vibratoarele presiunea la o adîncime oarecare va fi :

$$P_h = c \cdot \gamma_b \qquad (5.2)$$

c = coeficientul care ţine seamă de consistenţa betonului, de modul de compactare, de adîncimea faţă de nivelul superior şi de distanţa între feţele verticale ale cofrajului (efectul de siloz); în fig. 5.3 se prezintă nomograma pentru determinarea valorilor coeficientului c.

Adîncimea h_a la care se înregistrează presiunea maximă rezultă din relaţia :

$$h_a = (t_p - t_1) v \leq H \qquad (5.3)$$

în care:

t_p = timpul de terminare a prizei, în h (tab.5.1.[1])

t_1 = vîrsta betonului în momentul terminării punerii în operă, în h.

v = viteza de turnare a betonului pe înălțime, m/h

H = înălțimea totală a cofrajului, în m.

Viteza de turnare pe înălțime a betonului se determină cu relația :

$$v = \frac{Q}{V} \qquad (5.4)$$

în care :

Q = debitul de beton ce se toarnă pe oră, în m^3/h, determinat conform lucrării 3.2 punctul 4;

V = volumul de beton ce se toarnă pe metru de înălțime, în m^3/m.

c. Pentru betoanele compactate manual sau necompactate presiunea laterală a betonului se determină în același mod ca la betoanele compactate prin vibrare în zonele inferioare celor în care acționează vibratoarele. Pentru determinarea coeficientului c se folosește nomograma din fig. 5.4.

Pentru calculul platelajului, presiunea betonului se consideră ca o sarcină uniform distribuită egală cu valoarea maximă a presiunii din diagrama presiunilor (fig.5.3 și 5.4).

5.1.6. Incărcările provenite din șocul produs la descărcarea betonului se consideră ca sarcină uniform distribuită a cărei mărime depinde de capacitatea mijlocului din care se face descărcarea betonului; se iau următoarele valori :

- 200 daN/m^2, pentru mijloace de transport a căror capacitate este pînă la 0,2 m^3;
- 400 daN/m^2, pentru capacități ale mijloacelor de transport de 0,2 . . . 0,7 m^3;

- 600 daN/m^2, pentru capacităţi ale mijloacelor de transport mai mari de 0,7 m^3.

5.1.7. Încărcările date de vînt se iau în consideraţie numai pentru cofraje mai înalte de 6 m. Calculul se face conform stas 946-1969.

5.1.8. Încărcările date de vibratoare, se consideră sarcină concentrată, orientată normal în punctul de prindere a vibratorului de cofraj; valoarea acestor sarcini este :

$$P_g = \Psi \cdot F \qquad (5.5)$$

în care:

Ψ = 1,4 coeficient de impact,

F = forţa de vibrare, în daN.

C. Exemplu de calcul.

Să se alcătuiască cofrajul necesar realizării unui perete cu caracteristicile prezentate în lucrarea 3.2. Să se determine mărimea sarcinilor ce acţionează asupra elementelor cofrajului.

Se face calcul pentru o celulă ce are dimensiunile la faţa zidurilor: 4,20 . 3,55 m.

1. Alegerea panourilor. Se aleg panouri din placaj rezistent la umiditate :

- pe latura lungă - 3 x 1,00 = 3,00 m
  3 x 0,40 = 1,20 m
  4,20 m

- pe latura scurtă - se scad două grosimi de panouri

$B' = B - 2 \cdot 0,10 = 3,55 - 0,20 = 3,35$ m

3 x 1,00	=	3,00 m
1 x 0,30	=	0,30 m
1 x 0,05	=	0,05 m
		3,35 m

– pe înălţime se aleg 2 x 1,50 = 3,00 m

2. Elementele de susţinere se aleg sub formă de moaze indicativ CO.01.03 [4]; la distanţa de 0,60 m pe verticală.

3. Elementele de susţinere: sub formă de buloane cu placă de rezemare, la distanţa de 2 m şi pe capătul fiecărei moaze. Buloanele au caracteristicile din indicativ.CO.02.06.

4. Distanţieri din cupoane din ţeavă Ø 20 mm de lungime 15 cm.

5. Determinarea mărimii sarcinilor ce acţionează asupra cofrajului.

a. Presiunea laterală :

$P_h = c \cdot \gamma_b = 1,13 \cdot 2450 = 2760$ daN/m^2

Determinarea valorii "h" :

$h_a = (t_p - t_1) \cdot v = (5 \cdot 0,58)\ 0,355 = 1,50$ m $< H = 3$ m

$t_p = 5$ ore (tabela 5.19 [1])

$t_1 = 0,58$ ore, determinat la lucrarea 3.2 punctul 4.

Viteza de turnare este :

$$v = \frac{Q}{V} = \frac{3,2}{9} = 0,355 \text{ m/h}$$

Debitul de beton :

$Q = 3,2$ m^3/h determinat la lucrarea 3.2 punctul 4.

Volumul de beton pe m de cofraj :

$V = a \cdot L \cdot 1,00 = 0,15 \cdot 6o \cdot 1,00 = 9,00\ m^3$.

Din nomograma din fig. 5.3 pentru h = 1,5 m, d = o,15 m şi vibrare exterioară c = 1,13

6. Sarcina provenită din şocul produs la descărcarea betonului este $P_s = 600\ daN/m^2$ pentru bena de 0,8 m^3 cu care se face ridicarea betonului.

7. Înălţimea cofrajului fiind mai mică de 6 m nu se face calculul de vînt.

Sarcina totală uniform distribuită este :

$p = P_h + P_s = 276o + 6oo = 336o\ daN/m^2$

8. Sarcina concentrată :

$P_g = \psi \cdot F = 1,4 \cdot 25o = 35o\ daN$

F = 25o daN, impus la lucrarea 3.2 punctul 3.

5.2. Alcătuirea şi dimensionarea unui cofraj de stîlp din elemente demontabile de inventar.

A. Tema lucrării.

Să se alcătuiască cofrajul necesar realizării a "n" stîlpi din beton armat avînd dimensiunile secţiunii a x b şi înălţimea H. Să se determine mărimea sarcinilor ce acţionează asupra acestui cofraj.

B. Indicatii pentru rezolvare.

Cofrajul pentru realizarea unui stîlp din beton armat, din elemente demontabile are următoarea alcătuire (fig.5.5) :

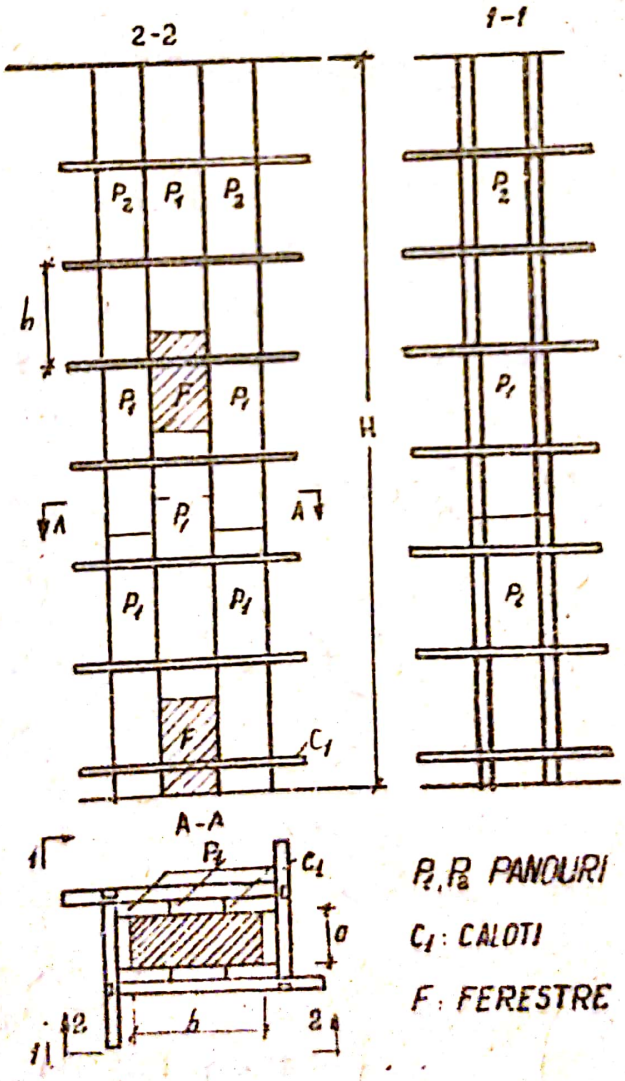


Fig. 5.5.

- fața cofrajului este alcătuită din panouri de inventar confecționate din placaj rezistent la umiditate sau din scînduri;

- elementele de susținere orizontale alcătuite din caloți;

- elemente auxiliare - panouri pentru închiderea ferestrelor de turnare.

5.2.1. Alegerea panourilor de inventar: panourile sînt confecționate la dimensiuni modulate, cu modulul de 1o cm, cu următoarele dimensiuni :

- lățime 0,3o; 0,4o; 0,5o și 1,oo m
- lungime 1,oo; 1,5o; 2,5o m
- grosimea 1o cm pentru panourile din placaj rezistent la umiditate și nemodulată pentru panourile din scînduri.

Se aleg panourile care să acopere latura mică a secțiunii stîlpului, apoi după ce la latura lungă a secțiunii stîlpului se adaugă grosimea panourilor se acoperă și această latură. Pentru panourile din scîndură se fac completări din dulapi sau scînduri pentru a se ajunge la dimensiunea modulată a laturii lungi.

Pentru dimensiuni ale stîlpilor pînă la 6o cm, multiplu de 5 cm se fac completări din dulapi.

5.2.2. Alegerea elementelor de susținere. Caloții pot fi alcătuiți din dulapi sau bile prinși în clești din scîndură sau caloți metalici de inventar. Caloții se dispun în mod obișnuit la distanțe de 5o . . . 6o cm.

Caloţii de inventar permit susţinerea cofrajului pentru dimensiuni ale stîlpilor de 5 cm.

5.2.3. Ferestrele pentru turnare se dispun la baza stîlpului - fereastră pentru curăţire şi la distanţa de 2 m. Se alcătuiesc din panouri care permit asamblarea rapidă la cofraj.

5.2.4. Asupra cofrajului pentru stîlpi acţionează în mod obişnuit următoarele sarcini orizontale :

- uniform distribuite : împingerea betonului, încărcări provenite din şocul produs la descărcarea betonului şi încărcări de vînt;

- concentrate, din forţa de vibrare.

Estimarea încărcărilor se face similar cu determinările din lucrarea 5.1. punctele 5 . . . 8.

C. Exemplu de calcul.

Să se alcătuiască cofrajul necesar realizării a 16 stîlpi din beton armat avînd dimensiunile secţiunii o,4o . 1,oo şi înălţimea 5,5o m. Temperatura aerului exterior în timpul turnării + 2o°C. Să se determine mărimea sarcinilor ce acţionează asupra acestui cofraj (exemplul de calcul de la lucrarea 3.3).

Cofrajul se realizează din panouri din placaj rezistent la umiditate şi caloţi metalici.

1. Alegerea panourilor.

- latura scurtă 1 x o,4o = o.4o m - 1 panou
- latura lungă 1,oo + 2 x o,1o = 1,2o m
  3 x o,4o = 1,2o m - 3 panouri

- pe înălțime $2 \times 2,00 = 4,00$ m

$1 \times 1,50 = 1,50$ m

$5,50$ m

Pentru realizarea ferestrelor se renunță la panoul de 1,50 m și rezultă 2 ferestre de 0,75 m ce se închid cu capace din scînduri, prinse în chingi.

Rezultă pentru un stîlp (fig. 5.5)

16 panouri P_1 0,40 x 2,00 m

(8-1) = 7 panouri P_2 0,40 x 1,50 m

Pentru 16 stîlpi : 256 panouri P_1

112 panouri P_2

2. Elemente de susținere.

Se aleg caloți metalici de inventar (indicativ CO.02.12) dispuși la distanța de 0,60 m (fig. 5.5)

3. Ferestrele pentru turnare. Se confecționează la dimensiunile 40 x 75 cm din panouri din scîndură, ce se fixează de coastele panourilor alăturate.

4. Determinarea presiunilor asupra cofrajelor. Se verifică presiunea asupra panourilor ce formează latura scurtă a secțiunii din beton, asupra căreia acționează presiunea maximă pentru că distanța dintre fețele cofrajului sînt maxime.

- presiunea laterală :

$P_h = c \cdot \gamma_b = 1,43 \cdot 2450 = 3500$ daN/m^2

- determinarea valorii "h" :

$h_a = (t_p - t_1) \cdot v = (5 - 0,58) \cdot 0,60 = 2,64$ m H = 5,5 m

pentru $h = h_a = 2,64$ m

t_p = 5 ore (tabelul 5.19 [1])

t_1 = 0,58 ore determinat la lucrarea 3.2 punctul 4.

$$v = \frac{Q}{V} = \frac{2,8}{6,4} = 0,60 \text{ m/h}$$

Q = 2,8 m^3/h determinat la lucrarea 3.3 punctul 4.

V = n.a.b.1,00 = 16.0,40.1,00.1,00 = 6,4 m^3

Din nomograma din fig. 5.3 pentru h = 2,64 m, d = 1,00 m (pentru maxim 0,50 m) și vibrare exterioară c=1,43.

b) Sarcinile provenite din șocul produs la descărcarea betonului p_s = 0 nu se descarcă beton din mijlocul cu care se face transportul, pe cofrajul stîlpului.

c) Înălțimea cofrajului fiind mai mică de 6 m, nu se face calculul la vînt.

Sarcina totală uniform distribuită este :

$p = p_h$ = 3500 daN/m^2.

5. Sarcina concentrată :

$P = \psi . F = 1,4 . 250 = 350$ daN

F = 250 daN, impus la lucrarea 3.3

5.3. Alcătuirea şi dimensionarea unui cofraj pentru un planşeu dală, realizat din elemente modulate.

Tema lucrării

Să se alcătuiască cofrajul necesar realizării unui planşeu dală din beton armat avînd lumina A.B şi grosimea plăcii h_p. Să se determine mărimea sarcinilor ce acţionează asupra acestui cofraj.

B. Indicaţii pentru rezolvare.

Un cofraj din elemente modulate, are următoarea alcătuire (fig.5.6) :

- panouri de inventar, în mod obişnuit din placaj rezistent la umiditate,
- elemente de susţinere-grinzi extensibile şi popi,
- elemente auxiliare-contravîntuiri şi bile de rezemare.

5.3.1. Alegerea panourilor de inventar. Panourile de inventar se confecţionează la dimensiuni modulate (modulul 10 cm) cu următoarele caracteristici :

- lăţime : 0,30; 0,40; 0,50; 1,00 m.
- lungime :1,00; 1,50; 2,50 m.
- grosime 10 cm.

Se începe acoperirea suprafeţii de cofrat cu panouri de 1,00 m, se continuă cu panouri de 0,30; 0,40 şi 0,50 m ; pentru dimensiuni nemodulate se utilizează complstări din dulapi şi scînduri.

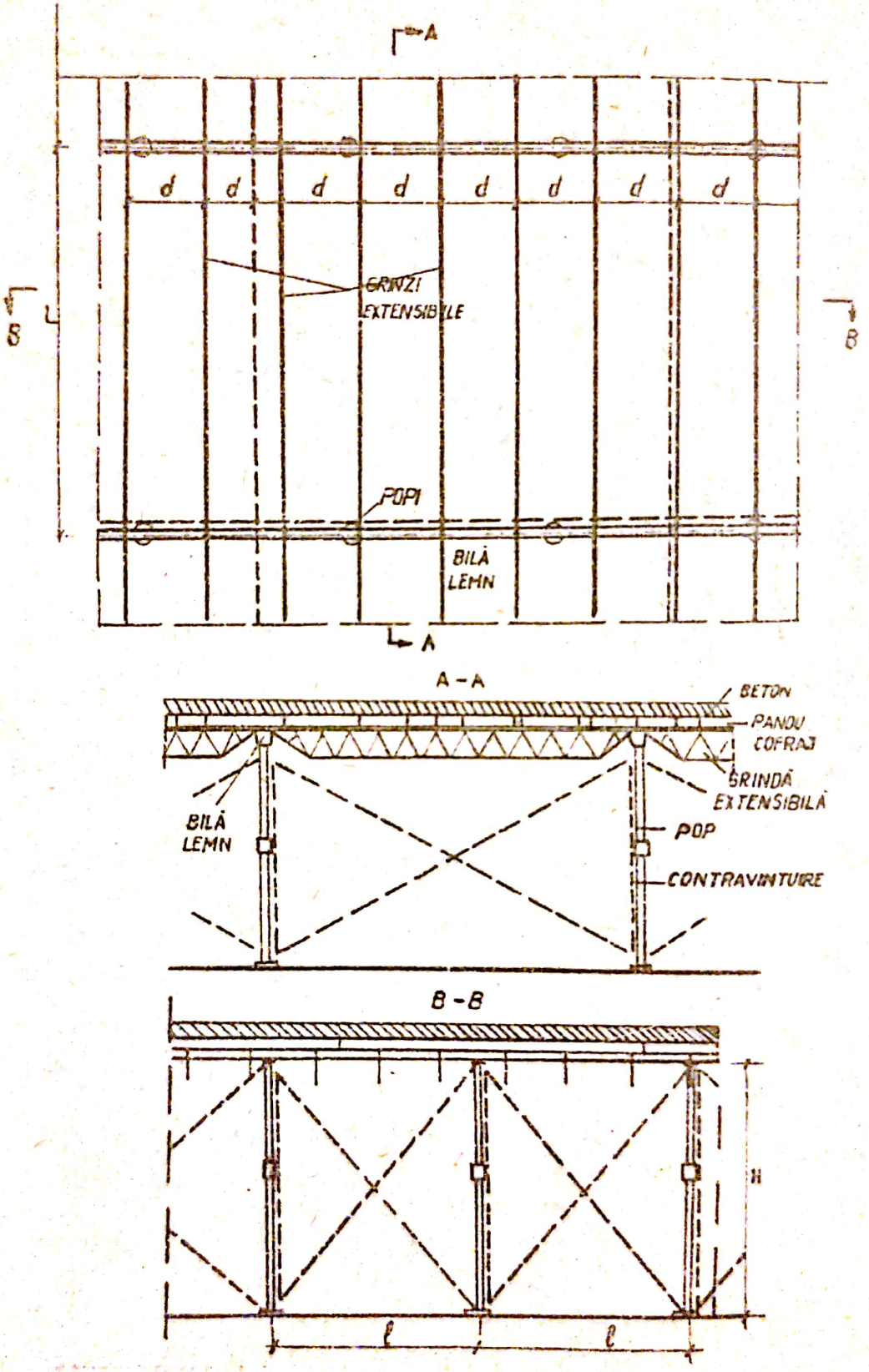

A
d
d
d
d
d
d
d
d
GRINZI
EXTENSIBILE
B
B
POPI
BILĂ
LEMN
A
A - A
BETON
PANOU
COFRAJ
GRINDĂ
EXTENSIBILĂ
BILĂ
LEMN
POP
CONTRAVINTUIRE
B - B
H
l
l

Fig. 5.6

5.3.2. Alegerea elementelor de susţinere.

a) Grinzile extensibile. Grinzile extensibile sînt catalogate şi pentru alegerea acestora sînt necesare următoarele date :

- deschiderea grinzilor L, în m,
- sarcina ce acţionează asupra cofrajului q, în daN/m^2,
- distanţa dintre grinzi d, în m, ce se determină în funcţie de valorile L şi q şi caracterizează fiecare tip de grindă.

b) Popii de susţinere. Sînt alcătuiţi în soluţia extensibilă şi se caracterizează prin sarcina capabilă, ce este funcţie de lungimea acestora. Sarcina capabilă determină suprafaţa aferentă unui pop şi se calculează cu relaţia :

$$S = \frac{Q}{q} \qquad (5,6)$$

unde :

Q = sarcina capabilă a unui pop

q = sarcina ce acţionează pe m^2 de cofraj.

5.3.3. Elementele auxiliare - au rolul de-a asigura stabilitatea întregului ansamblu (contravîntuiri) şi rezemarea grinzilor extensibile pe capul popilor (bile din lemn).

a) contravîntuirile pot fi de inventar în soluţie extensibilă sau alcătuite din scînduri prinse cu bride din oţel beton şi pene. Contravîntuirile se dispun pe două direcţii.

b) bilele din lemn se dispun la capătul superior al popilor şi permit rezemarea grinzilor extensibile.

5.3.4. Sarcini ce acţionează asupra cofrajului. Cofrajul pentru planşeul dală are feţele orizontale şi sarcinile ce acţio-

nează asupra acestora provin din greutatea proprie și din încărcări utile :

a) greutatea proprie se consideră ca o sarcina uniform distribuită și în cazul cofrajelor alcătuite din placaj rezistent la umiditate se poate aprecia p_a = 2o ... 25 daN/m^2.

b) încărcări utile :

- greutatea armăturii și betonului, se consideră ca o sarcină uniform distribuită și se determină cu relația :

$$P_{b1} = H \gamma_b + a \qquad (5.7)$$

în care : H = înălțimea elementului de beton, în m,

γ_b = greutatea specifică aparentă a betonului proaspăt, în daN/m^2,

a = greutatea armăturii pe m^2, în daN/m^2.

- greutatea oamenilor și a căilor de circulație, se consideră ca o sarcină uniform distribuită :

P_{b2} = 25o daN/m^2

- greutatea mijlocului de transport, se consideră ca o sarcină concentrată P_b egală cu : 13o daN dacă transportul se face cu roaba, 25o daN dacă transportul se face cu tomberonul sau greutatea efectivă a mijlocului de transport încărcat, dacă transportul se face cu alte mijloace.

In cazul în care betonul se descarcă din bene sub forma unei mase concentrate este necesar să se facă verificarea cofrajului sub acțiunea încărcării reale pe care o dă acesta.

Sarcina totală uniform distribuită, q este dată de relația :

$$q = P_a + P_{b1} + P_{b2} \qquad (5.8)$$

C. Exemplu de calcul.

Să se alcătuiască cofrajul necesar realizării unui planşeu dală din beton armat avînd lumina 4,6o . 9,5o m şi cota planşeului 3,5o m grosimea 12 cm. Să se determine mărimea sarcinilor ce acţionează asupra acestui cofraj, cunoscînd că transportul betonului se face cu roaba pe platforme.

1. Alegerea panourilor de inventar :

- pentru dimensiunea 4,6o m

1 x 2,5o = 2,5o

1 x 2,oo = 2,oo

2 x o,o5 = o,1o

4,6o m

- pentru dimensiunea 9,5o

9 x 1,oo = 9,oo

1 x o,5o = o,5o

9,5o m

Sînt necesare [4] :

9 panouri P_1 2,5o , 1,oo (indicativ CO.01.03 [4])

9 panouri P_2 2,oo . 1,oo (indicativ CO.01.C3 [4])

1 panou P_3 2,5o . o,5o (indicativ CO.01.03 [4])

1 panou P_4 2,oo . o,5o (indicativ CO.01.03 [4])

dulapi pentru completări de o,o5 m.

2. Alegerea grinzilor extensibile :

Calculul sarcinii q :

- greutatea proprie p_a = 22 daN/m^2 [4]
- greutatea armăturii și betonului

$p_{b1} = H \cdot \gamma_o + a = 0{,}12 \cdot 2450 + 10 = 304$ daN/m^2

- greutatea oamenilor și a căilor de circulație

$p_{b2} = 250$ daN/m^2

$q = p_a + p_{b1} + p_{b2} = 22 + 304 + 250 = 576$ daN/m^2

Sarcina concentrată p_b = 130 daN pentru transport cu roaba.

Se alege din catalog grinda extensibilă de 1,8 - 3,0 m (indicativ CO.03.10 [4]) pentru care :

$q = 600$ daN; $L = 2{,}31$ m; $d = 0{,}50$ m

Dispunerea grinzilor este următoarea :

- pentru dimensiunea 4,60 m - 2 grinzi extensibile,

$2 \cdot L = 2 \cdot 2{,}31 = 4{,}62$ m $A = 4{,}60$ m

- pentru dimensiunea 9,50 m - sînt necesare 19 intervale

$(\frac{9{,}50}{d} = \frac{9{,}50}{0{,}5} = 19$ intervale) adică 20 grinzi extensibile.

- sînt necesare: 2 . 20 = 40 grinzi extensibile.

3. Popii extensibili. Lungimea popului :

$H = H_e - h_p = 3{,}50 - 0{,}12 = 3{,}38$ m

Se alege popul metalic cu flanșă (indicativ CO.03.07 [4]), avînd pentru lungimea H = 3,38 m sarcina capabilă Q = 2800 daN.

Calculul suprafeței aferente unui pop :

$S = \frac{Q}{q} = \frac{2800}{576} = 4{,}85$ m^2

Distanța între popi :

$$l = \frac{S}{L} = \frac{4,65}{3,31} = 2,1 \text{ m.}$$

Popii se dispun pe trei rînduri la capetele grinzilor extensibile și la distanța de 2,1 m. Sînt necesar pentru un rînd 6 popi în total 3 . 6 = 18 popi.

4. Contravîntuirile -se aleg în soluția tirant din oțel beton Ø 16 (indicativ CO-03.15 [4]). Sînt necesare 30 contravîntuiri pe direcția lungă și 24 contravîntuiri pentru direcția scurtă.

5. Bilele din lemn se aleg de diametru mediu 10 cm cu lungimea de 3 . 9,50 = 29,50 m .

Scanned with OKEN Scanner

Cap. 6. Lucrări de zidărie și tencuieli.

6.1. Stabilirea rețetei de preparare a mortarului.

A. Tema lucrării

Să se stabilească rețeta de preparare a mortarului cunoscînd compoziția c:v:n (ciment:var:nisip), cantitatea de apă A necesară la prepararea unui m^3 de mortar, umiditatea nisipului u_N, densitatea în grămadă ρ_N a nisipului uscat și capacitatea malaxorului q (litri).

B. Indicații pentru rezolvare

Compoziția mortarului c:v:n arată numărul de părți din fiecare material ce intră în compoziția unui m^3 de mortar.

6.1.1. Calculul unei părți. Notînd cu x un volum din materialele componente ale mortarului, trebuie să fie satisfăcută condiția :

$$c.x + v.x + n.x = \frac{1}{r} \qquad (6.1)$$

unde : r = coeficient de randament = 0,85

De unde rezultă valoarea unei părți : în m^3 :

$$x = \frac{1}{r(c+v+n)} \qquad (6.2)$$

6.1.2. Calculul compoziției unui m^3 de mortar în unități de volum.

- ciment	$V_c = c.x$	m^3/m^3	(6.3)
- var de consistență 12	$V_{12} = v.x$	m^3/m^3	(6.4)
- nisip	$V_N = n.x$	m^3/m^3	(6.5)
- apă	A	l/m^3	

6.1.3. Corectarea rețetei pentru dozarea la malaxor : cimentul și nisipul se dozează gravimetric, varul fluidificat volumetric:

- ciment $C = V_c \cdot \rho_c$ kg/m^3 mortar (6.6)

ρ_c = densitatea în grămadă a cimentului , în kg/m^3

- var fluidificat $V_f = V_{12} \cdot f$ m^3/m^3 mortar (6.7)

- nisip uscat

$N = V_N \cdot \rho_N$, Kg/m^3 de mortar (6.8)

- ρ_N = densitatea în grămadă a nisipului uscat

- apa în varul fluidificat

$A_f = (f-1)\, V_{12}$, l/m^3 de mortar (6.9)

f = coeficient de fluidificare, în mod curent egal cu 2.

- apa în nisipul umed

$$A_N = \frac{u_N}{100} N, \quad \text{în l/3m}^3 \qquad (6.10)$$

- apa totală adusă în mortar de varul fluidificat și nisipul umed,

$$\Delta A = A_f + A_N = (f-1)\, V_{12} + \frac{u_N}{100} N, \text{ în l/m}^3 \qquad (6-11)$$

- apa de adăugat la prepararea unui m^3 de beton

$A_{ad} = A - \Delta A$, în l/m^3 (6.12)

6.1.4. Rețeta de preparare a mortarului la malaxor :

- ciment $C' = \frac{q}{1000} \cdot C \cdot r$, kg/amestec (6.12)

- var $V'_f = \frac{q}{1000} \cdot V_f \cdot r$, m^3 (l)/amestec (6.13)

- nisip $N' = \frac{q}{1000} \cdot N \cdot r$ kg/amestec (6.14)

- apă $A'_{ad} = \frac{q}{1000} \cdot A_{ad} \cdot r$ l/amestec (6.15)

unde : q = capacitatea betonierii, în l.

r = coeficient de randament al amestecului = 0,85

C. Exemplu de calcul

Să se stabilească rețeta de preparare a mortarului cunoscînd compoziția 1:1:10, cantitatea de apă necesară la prepararea unui m^3 de mortar A = 200 l/m^3, umiditatea nisipului 3%, densitatea în grămadă a nisipului 1500 kg/m^3 și capacitatea malaxorului 250 l.

1. Determinarea mărimii unui volum :

$$x = \frac{1}{r.(c+v+n)} = \frac{1}{0,85.(1+1+10)} = 0,098\ m^3$$

2. Calculul compoziției unui m^3 de mortar, în unități de volum :

- ciment $V_c = c.x = 1.0,098 = 0,098\ m^3/m^3$

- var pastă de consistență 12

$V_{12} = v.x. = 1.x = 1.\ 0,098\ m^3/m^3 = 98\ l/m^3$

- nisip uscat $V_n = n.x = 10.0,098 = 0,980\ m^3/m^3$

- apă A = 200 l/m^3

3. Corectarea rețetei pentru dozarea la malaxor :

- ciment $C = V_c\ \rho_c = 0,098.\ 1300 = 125$ Kg/m^3 de mortar

- var $V_f = V_{12}.f = 0,098.2 = 0,196\ m^3/m^3$ de mortar = 196 l/m^3

- nisip $N = V_N.\rho_N = 0,980.1500 = 1470$ Kg/m^3 de mortar

- apa din varul fluidificat

$A_f = (f-1)V_{12} = (2-1).98 = 91\ l/m^3$ de mortar

apă din nisip.

$A_N = \frac{u_N}{100} N = \frac{3}{100} \cdot 147o = 44\ l/m^3$

- apa ce se adaogă la prepararea unui m^3 de mortar :

$A_{ad} = A - (A_f + A_N) = 2oo - (98+44) = 58\ l/m^3$

4. Reţeta de preparare la malaxorul de 25o l capacitate:

- ciment $C' = \frac{q}{1ooo} C.r = \frac{25o}{1ooo} .125.o,85 = 25$ kg amestec

- var fluidificat $V'_f = \frac{q}{1ooo} V_f.r = \frac{25o}{1ooo} 196,o,85 =$

$= 4o$ l/amestec

- nisip $N' = \frac{25o}{1ooo} N.r = \frac{25o}{1ooo} 147o.o,85 =$ kg/amestec

- apă $A'_{ad} = \frac{q}{1ooo} A_{ad}^{tr} = \frac{25o}{1ooo} 58.o,85 = 12$ l/amestec.

Capitolul 7. Lucrări pentru utilaje și mașini de construcții.

7.1. Determinarea rezistenței de înaintare a mașinilor rutiere.

A. Tema lucrării

Să se determine rezistențele la înaintare a unui autotractor, ce se deplasează pe o șosea asfaltată, în pantă, tractînd o remorcă.

Considerînd că mișcarea este uniformă, să se calculeze rezistența la rulare, rezistența datorită aerului, rezistența datorită pantei, rezistența totală la deplasare și puterea efectivă a motorului.

Se cunosc :

G	=	greutatea autotractorului	(5 tf)
G_R	=	greutatea remorcei	(5 tf)
p	=	panta	(9 %)
v	=	viteza de deplasare	(3o km/h)
f	=	coeficientul de rezistență la rulare	(o,o2)

B. Indicații pentru rezolvare.

Acțiunea drumului, aerului și inerției asupra automobilului aflat în mișcare creează o serie de rezistențe la înaintare a căror sumă este echilibrată de forța de tracțiune. Rezistențele la înaintare determină caracterul mișcării și valoarea vitezei dezvoltate de automobil.

Forța totală la roată F_R obținută prin însumarea for-

ţelor tangenţiale de la toate roţile motoare ale automobilului se utilizează la învingerea rezistenţelor de înaintare, formate din : rezistenţa la rulare F_r, rezistenţa la urcarea pantei F_p, rezistenţa aerului F_a şi rezistenţa la accelerare sau rezistenţa la demarare F_d după cum se arată în figura .

Rezistenţa la rulare F_r şi rezistenţa aerului F_a sînt totdeauna forţe care se opun mişcării automobilului. Rezistenţa datorită pantei F_p se opune mişcării numai în cazul urcării automobilului pe un drum înclinat, iar la coborîrea pantei devine forţă activă. Rezistenţa la accelerare, sau rezistenţa la demarare F_d, acţionează asupra automobilului numai în timpul mişcării cu regim variabil, nestaţionar (V_a = const) şi este totdeauna de sens opus acceleraţiei.

Astfel, la accelerarea automobilului ea acţionează ca forţă rezistentă, iar la frînare - ca forţă activă.

Rezistenţa totală F la înaintarea automobilului, în cazul cel mai general al mişcării (drum înclinat şi viteza variabilă) este dată de relaţia :

$$F = F_r + F_a \pm F_p \pm F_d \qquad (7.1)$$

Deoarece rezistenţa totală la înaintare în timpul mersului este echilibrată de forţa totală la roată, se poate scrie :

$$F_R = F = F_r + F_a \pm F_p \pm F_d \qquad (7.2)$$

7.1.1. <u>Rezistenţa la rulare</u>

Rezistenţa la rulare este condiţionată de pierderile datorite rulării roţilor elastice ale automobilului pe suprafeţele tari sau deformabile ale drumurilor. Conform celor arăta-

te mai înainte, valoarea rezistenţei la rulare pentru o roată a automobilului este determinată de sarcina verticală ce revine roţii G_R (sau reacţia normală la roată Z) şi de coeficientul de rezistenţă la rulare f :

$$F_r = fG_R = fZ$$

Valorile coeficientului de rezistenţă la rulare

Felul şi starea drumului	Coeficientul de rezistenţă la rulare.
Şosea asfaltată sau din beton, în stare bună	0,014 - 0,018
Şosea asfaltată sau din beton, în stare satisfăcătoare	0,018 - 0,02
Drum cu piatră cubică	0,02 - 0,022
Drum cu piatră de râu	0,025 - 0,03
Drum cu pietriş, bine bătut	0,023 - 0,025
Drum de pământ uscat	0,025 - 0,033
Drum de pământ ud	0,05 - 0,15
Drum de zăpadă bătută	0,025 - 0,03
Drum cu nisip uscat	0,10 - 0,30
Drum cu nisip umed	0,08 - 0,10

Atunci pentru întregul automobil :

$$F_r = f \Sigma Z = fG_a , \qquad (7.3)$$

unde ΣZ este suma reacţiunilor normale la toate roţile automobilului ; G_a - greutatea totală a automobilului.

Dacă deplasarea are loc pe un drum a cărui înclinare longitudinală este dată de unghiul α , rezistenţa la rularea

automobilului este dată de relaţia :

$$F_r = f \cdot G_a \cdot \cos\alpha . \qquad (7.4)$$

Pentru menţinerea mişcării automobilului cu o viteză constantă de deplasare este necesar ca la roţile motoare ale acestuia să se piardă o anumită putere P_r, pentru învingerea rezistenţei la rulare, egală cu :

$$P_r = \frac{F_r \cdot V_a}{75 \cdot 3,6} = \frac{F_r \cdot V_a}{270} = \frac{G_a \cdot f \cdot \cos\alpha \cdot V_a}{270} \qquad (7.5)$$

unde P_r este puterea pierdută la învingerea rezistenţei la rulare, în CP ;

F_r - rezistenţa la rulare, în kgf ;

V_a - viteza automobilului, în km/h.

7.1.2. <u>Rezistenta la urcarea pantei</u>.

Rezistenţa la urcarea pantei F_p este determinată de componenta greutăţii automobilului, paralelă la suprafaţa drumului :

$$F_p = G_a \cdot \sin\alpha , \qquad (7.6)$$

unde α este unghiul de înclinare longitudinală a drumului.

La coborîrea pantei, această componentă are acelaşi sens cu deplasarea automobilului şi este o forţă activă.

Dacă unghiul are valori mici ($\alpha < 8^0$) se poate considera că $\sin\alpha \approx tg\,\alpha = \frac{h}{l}$, unde h este înălţimea verticală a pantei, corespunzătoare unei lungimi orizontale l. Dacă l = 100 raportul h/l reprezintă numeric înclinarea pantei exprimată în procente (h %). Atunci rezistenţa la urcarea pan-

tei poate fi scrisă sub forma :

$$F_p = G_a \cdot i \quad (7.7)$$

Puterea necesară la învingerea pantei este dată de relaţia :

$$P_p = \frac{F_p \cdot V_a}{75 \cdot 3,6} = \frac{F_p \cdot V_a}{270} = \frac{G_a \cdot \sin\alpha \cdot V_a}{270} \quad (7.8)$$

unde V_a este viteza automobilului, în km/h.

Suma rezistenţelor la rulare şi la pantă constituie rezistenţa totală a drumului :

$$F_{r+p} = F_r + F_p = G_a \cdot f \cdot \cos\alpha + G_a \cdot \sin\alpha = G_a(f \cdot \cos\alpha + \sin\alpha)$$
$$= G_a \cdot \psi , \quad (7.9)$$

în care este coeficientul rezistenţei totale a drumului :

$$\psi = f \cdot \cos\alpha + \sin\alpha \quad (7.10)$$

Puterea necesară învingerii rezistenţei totale a drumului este:

$$P_{r+p} = F_{r+p} \frac{V_a}{270} = \frac{G_a \cdot (f \cdot \cos\alpha + \sin\alpha) V_a}{270} = \frac{G_a \cdot \psi \cdot V_a}{270} \quad (7.11)$$

7.1.3. Rezistenţa aerului

Rezistenţa aerului F_a este o forţă paralelă la suprafaţa drumului care acţionează asupra automobilului în sens opus mişcării lui şi se consideră aplicată într-un punct situat în planul longitudinal de simetrie, la o înălţime h_a deasupra drumului. Ea este determinată de forma automobilului, mărimea suprafeţei secţiunii transversale a acestuia, viteza de deplasare şi densitatea aerului. Rezistenţa aerului, considerat ca

mediu fix în raport cu mişcarea automobilului constă într-o rezistenţă la frecare determinată de dimensiunile şi de calitatea suprafeţei automobilului şi dintr-o rezistenţă la presiune şi formarea turbioanelor, determinată de forma automobilului.

Pentru a stabili expresia rezistenţei aerului se porneşte de la relaţia teoretică generală a rezistenţei la deplasarea unui corp într-un curent de aer :

$$F_a = \frac{c \cdot \gamma}{g} \cdot S \cdot V^n = C \rho S V^n, \qquad (7.12)$$

în care :

F_a este rezistenţa aerului, în kgf ;

C - coeficientul de rezistenţă a aerului ;

γ - greutatea specifică a aerului, în kgf/m^3 ;

ρ - densitatea aerului, în $kgf\ s^2/m^4$;

g - acceleraţia gravitaţiei, în m/s^2 ;

S - suprafaţa secţiunii transversale, perpendiculare pe direcţia de deplasare, în m^2 ;

V - viteza de deplasare a corpului, în m/s ;

n - exponent care depinde de valoarea vitezei.

Luînd în consideraţie faptul că în apropierea solului densitatea aerului ρ are valori constante, produsul $C \rho$ se poate utiliza sub forma unui singur coeficient K, denumit coeficient aerodinamic. Produsul dintre coeficientul aerodinamic K şi suprafaţa secţiunii transversale S se numeşte factor aerodinamic şi se notează cu KS. Exponentul n depinde de viteză şi are valoarea n = 1 pentru viteza sub 1 m/s, n = 2 pentru viteze cuprinse între 1 m/s şi 330 m/s, iar n = 3 se utilizează

pentru viteze mai mari decît 330 m/s. Pentru automobil rezultă deci, r = 2. Atunci rezistenţa aerului la înaintarea automobilului este dată de relaţia :

$$F_a = \frac{KS \cdot V_a^2}{3,6^2} \approx \frac{KS \cdot V_a^2}{13} \qquad (7.13)$$

unde V_a este viteza automobilului, în km/h.

Suprafaţa secţiunii transversale S, cu aproximaţie, poate fi determinată cu ajutorul relaţiei :

$$S = H \cdot B ,$$

în care :

H este înălţimea automobilului ;

B - ecartamentul roţilor automobilului.

In tabelă se dau valorile medii ale suprafeţei secţiunii transversale S şi ale coeficientului aerodinamic K pentru diferite tipuri de automobile, obţinute pe cale experimentală.

Tabela. Suprafaţa secţiunii transversale şi coeficientul aerodinamic al automobilului

Tipul automobilului	Suprafaţa secţiunii transversale S (m2)	Coeficientul aerodinamic, K ($kgf \cdot s^2/m^4$)
Suprafaţa paralelipipedică		0,08 - 0,1
Autoturisme	1,4 - 2,6	0,015 - 0,03
Autocamioane	3,0 - 6,5	0,05 - 0,07
Autobuze	4,5 - 7,0	0,025 - 0,05

La stabilirea relaţiilor de mai înainte s-a considerat că aerul este mediu fix. In cazul cînd asupra automobilului acţionează şi un vînt cu viteza V_v pe direcţia de mişcare, relaţiile rămîn valabile dacă în ele se introduce viteza relativă V_r. Dacă viteza vîntului are acelaşi sens cu viteza automobilului $V_r = V_a + V_v$, iar dacă este de sens contrar,

$$V_r = V_a - V_v \qquad (7.14)$$

Puterea necesară învingerii rezistenţei aerului este :

$$P_a = \frac{F_a \cdot V_a}{75 \cdot 3,6} = \frac{KS \cdot V_a^3}{270 \cdot 3,6^2} = \frac{KS \cdot V_a^3}{3500} \qquad (7.15)$$

7.1.4. Rezistenţa la accelerare

Rezistenţa la accelerare Fd este o forţă care acţionează asupra automobilului în perioadele de regim tranzistoriu. La demaraj, ea se opune mişcării automobilului acţionînd ca o rezistenţă la înaintare. La frînare, acţionează ca o forţă activă şi are acelaşi sens cu deplasarea automobilului. Rezistenţa la accelerare F_d se confundă cu forţa de inerţie şi constă din rezistenţa datorită inerţiei masei totale a automobilului, în mişcare de translaţie F_{d1} şi din rezistenţa datorită pieselor cu mişcare de rotaţie F_{d2} :

$$F_d = F_{d1} + F_{d2} \qquad (7.16)$$

Rezistenţa la accelerare datorită inerţiei masei totale aflate în mişcare de translaţie F_{d1} se determină cu ajutorul relaţiei :

$$F_{d1} = m_a \frac{dV_a}{dt} = \frac{G_a}{g} \cdot a_a \qquad (7.17)$$

în care :

m_a este masa totală a automobilului, în kgf. s^2/m ;

G_a - greutatea totală a automobilului, în kgf ;

$a_a = \frac{dV_a}{dt}$ - acceleraţia automobilului în mişcarea sa de translaţie, în m/s^2.

Insumînd expresiile se obţine rezistenţa totală la accelerare :

$$F_d = \frac{G_a}{g} \cdot \frac{dV_a}{dt} + I_m \frac{dV_a}{dt} \cdot \frac{i_{tr}^2 \cdot tr}{r^2} + \Sigma I_R \frac{dV_a}{dt} \cdot \frac{1}{r^2}$$

sau :

$$F_d = \frac{dV_a}{dt} \left(\frac{G_a}{g} + I_m \frac{i_{tr}^2 \cdot tr}{r^2} + \Sigma I_R \frac{1}{r^2} \right) \qquad (7.18)$$

Suma din paranteză reprezintă masa aparentă a automobilului, adică masa acestuia plus o masă suplimentară datorită inerţiei pieselor aflate în rotaţie. Insemnînd cu γ raportul dintre masa suplimentară datorită rotirii pieselor motorului şi masa totală a automobilului, iar raportul dintre masa suplimentară datorită roţilor şi masa totală a automobilului cu ξ, se poate scrie :

$$\frac{I_m \frac{i_{tr}^2 \cdot tr}{r^2}}{\frac{G_a}{g}} = \gamma \; ; \quad \frac{\Sigma \frac{I_R}{r^2}}{\frac{G_a}{g}} = \xi \qquad (7.19)$$

de unde :

$$I_m \frac{i_{tr}^2 \cdot tr}{r^2} = \gamma \frac{G_a}{g} ; \quad \Sigma \frac{I_R}{r^2} = \xi \frac{G_a}{g} \qquad (7.20)$$

atunci :

$$F_d = \frac{d V_a}{dt} \cdot \frac{G_a}{g} (1 + \gamma + \xi). \qquad (7.21)$$

Dacă se notează :

$$\delta = 1 + \gamma + \xi , \qquad (7.22)$$

se obţine :

$$F_d = \frac{\delta G_a}{g} \cdot \frac{d V_a}{dt} , \qquad (7.23)$$

unde δ este coeficientul maselor de rotaţie şi ia în consideraţie influenţa acestor mase asupra mişcării automobilului, şi are valori cuprinse între $1,8 \div 2,7$ pentru autocamioane.

Puterea necesară învingerii rezistenţei la accelerare este :

$$P_d = \frac{F_d \cdot V_a}{75 \cdot 3,6} = \frac{\delta G_a}{g} \cdot \frac{d V_a}{dt} \cdot \frac{V_a}{270} = \frac{\delta G_a}{g} \cdot \frac{a_a \cdot V_a}{270} \qquad (7.24)$$

In cazul deplasării uniforme a automobilului (V_a = const, $a_a = 0$) şi atunci

$$F_d = 0 \quad \text{şi} \quad P_d = 0 \qquad (7.25)$$

C. Exemplu de calcul

Un autotractor se deplasează pe o șosea asfaltată în pantă, tractînd o remorcă.

Considerînd că mișcarea este uniformă

1. Rezistența la rulare.
2. Rezistența datorită aerului
3. Rezistența datorită pantei
4. Rezistența totală la deplasare.
5. Puterea efectivă a motorului.

Se cunosc :

- Greutatea autotractorului 5 t - G
- Greutatea remorcii 5 t - G_R
- Panta 9 %
- Viteza de deplasare 3o km/h
- Coeficientul de rezistență la rulare f = o,o2

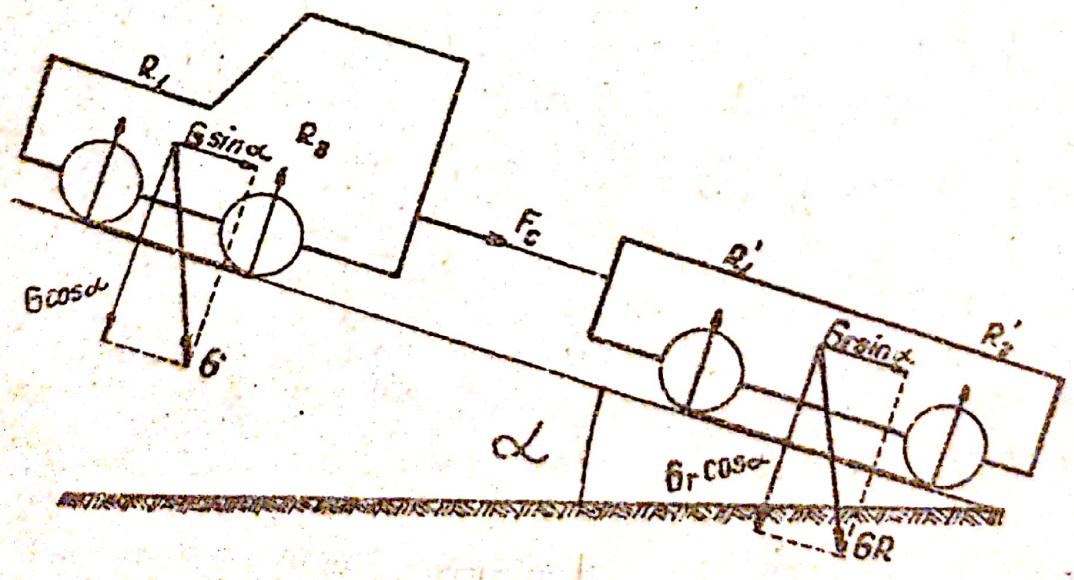


Fig. 1

1. Rezistenta datorită rulării rotilor.

1.1. Rezistenţa datorită rulării tractorului va fi egală cu forma normală de apăsare a tractorului pe suprafaţa drumului, înmulţită cu coeficientul de rulare f .

$$F_{rt} = f\,(R_1 + R_2)$$

dar $R_1 + R_2 = G.\ \cos\alpha$.

deci :

$$F_{rt} = f\ G \cos\alpha .$$

1.2. Rezistenţa la rulare a remorcii

$$F_{rr} = f\,(R_1' + R_2') = f.\ G_r \cos\alpha .$$

1.3. Rezistenţa la rulare totală a agregatului.

$$F_r = F_{rt} + F_{rr} = f\,(G + G_r)\cos\alpha .$$

$$F_r = 0{,}02\ (5000+5000).\ \cos\left(\operatorname{artg}\frac{9}{100}\right) \simeq 200 \text{ kgf.}$$

2. Rezistenta datorită aerului

Rezistenţa datorită aerului depinde de forma şi viteza autovehiculului. Mărimea ei poate fi calculată cu relaţia :

$$Fa = K\,\frac{A\,V^2}{13}$$

unde :

K - un coeficient ce depinde de forma autovehiculului (în cazul nostru K = 0,08)

A - suprafaţa transversală maximă a autovehiculului 4 m^2.

V - viteza de deplasare în km/h - 30

$$Fa = 0{,}08 \cdot \frac{4.30^2}{13} = 22{,}2 \text{ kgf.}$$

3. Rezistenta datorită pantei este componenta greutăţii paralelă cu planul drumului.

3.1. Rezistenţa datorită pantei ce acţionează asupra tractorului.

$$F_t = G \cdot \sin \alpha .$$

3.2. Rezistenţa datorită pantei ce acţionează asupra remorcii.

$$F_r = Gr \cdot \sin \alpha .$$

3.3. Rezistenţa datorită pantei totală

$$F_p = R_t + R_r$$

$$F_p = (G + G_r) \cdot \sin \alpha$$

$$F_p = (5000 + 5000) \cdot \sin 9^0 = 10000 \cdot 0{,}157 = 1570 \text{ kgf}$$

4. Rezistenta la rulare totală, este egală cu suma celorlalte.

$$F_R = F_r + F_p + F_a + F_d$$

unde R_d este rezistenţa la demaraj necesară accelerării agregatului (mărimii vitezei acestuia)

In cazul nostru $F_d = 0$ deoarece agregatul se mişcă uniform.

$$F_d = \frac{G}{g} \cdot a \quad \text{unde a este acceleraţia}$$

$$a = 0 \quad \text{deci} \quad K_d = 0.$$

Deci :

$$R_\alpha = 200 + 22{,}2 + 1570 = 1792{,}2 \text{ kgf}$$

5. Puterea motorului necesară pentru deplasarea tractorului va fi :

$$P_e = \frac{P}{\eta_m}$$

unde :

P este puterea necesară pentru învingerea rezistenţelor la deplasare externe (R_r, R_α, R_a, R_d)

$$P = \frac{R_t \cdot V}{270} \qquad (V \text{ în km/h. } R_t \text{ în kgf}).$$

$$P = \frac{1792{,}2 \cdot 30}{270} = 199 \text{ CP}$$

η_m - este randamentul mecanic al transmisiei.

$\eta_m = 0{,}85$

Deci

$$P_e = \frac{199}{0{,}85} = 234 \text{ CP.}$$

7.2. Verificarea stabilităţii macaralelor.

A. Tema lucrării.

Să se verifice stabilitatea unei macarale deplasabile, ce manevrează o sarcină Q, la înălţimea H, avînd raza de acţiune R_{max} şi raza de acţiune minimă R_{min} pe un teren cu o înclinare α, la o viteză maximă a vîntului V.

B. Indicaţii pentru rezolvare.

Stabilitatea la răsturnare a macaralelor deplasabile este asigurată doar de greutatea proprie a acestora.

Se poate considera ca avînd stabilitate la răsturnare macaralele a căror coeficient de siguranţă la stabilitate - dat de raportul dintre momentul de stabilitate şi momentul de răsturnare în jurul punctului celui mai defavorabil de pe perimetrul de sprijin, pentru orice poziţie de lucru şi orice combinaţie de forţe - este superior valorii 1,15.

Conform normelor R_1 - 58 D.G.M.S.I. cele mai defavorabile ipoteze din punct de vedere al stabilităţii la răsturnare - pentru care se vor calcula în mod obligatoriu coeficienţii de siguranţă la stabilitate - sînt următoarele două :

Ipoteza I-a : macaraua este cu sarcina în cîrlig şi cu braţul perpendicular pe direcţie de deplasare, lucrează pe o platformă înclinată, este supusă acţiunii vîntului, se roteşte şi concomitent se frînează sarcina care coboară ;

In acest caz, verificarea stabilităţii se va efectua la acţiunea următoarelor sarcini: greutatea maximă a sarcinii vehiculate de macara Q, forţa de inerţie ce apare la frînarea acesteia, forţele centrifuge datorate rotirii macaralei, forţa

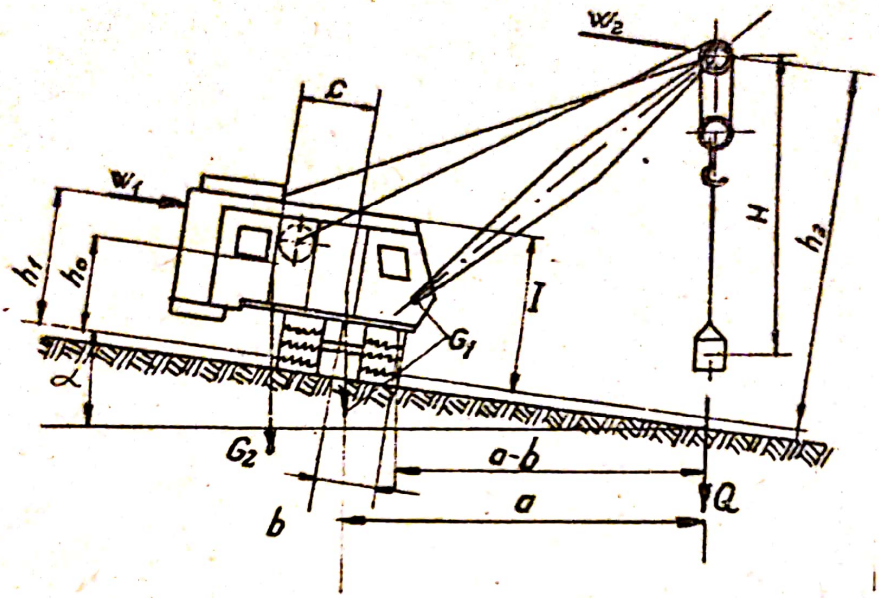


Fig. 1. Macara în timpul lucrului (sub sarcină)

vîntului, şi se va face, pentru toate razele de acţiune ale macaralei ;

Coeficienţii de siguranţă la stabilitate k_1 se calculează cu relaţiile :

$$k_1 = \frac{M_G - M_f - M_c - M_v}{M_Q} \qquad (7.26)$$

$$k_1 = \frac{G(o-h\sin\alpha + b) - \left(\frac{Q}{g}\right)\left(\frac{v_c}{t_f}\right)(a-b) - \frac{Q\,n^2 r\,a h_e}{900}}{Q\,(a-b)} -$$

$$- \underline{(W_1 h_1 + W_2 h_2)} \qquad (7.27)$$

Ipoteza II-a : macaraua se află cu braţul ridicat la maximum, de-a lungul direcţiei de deplasare, pe o platformă înclinată, fără sarcină în cîrlig şi este supusă acţiunii vîntului (fig. 2)

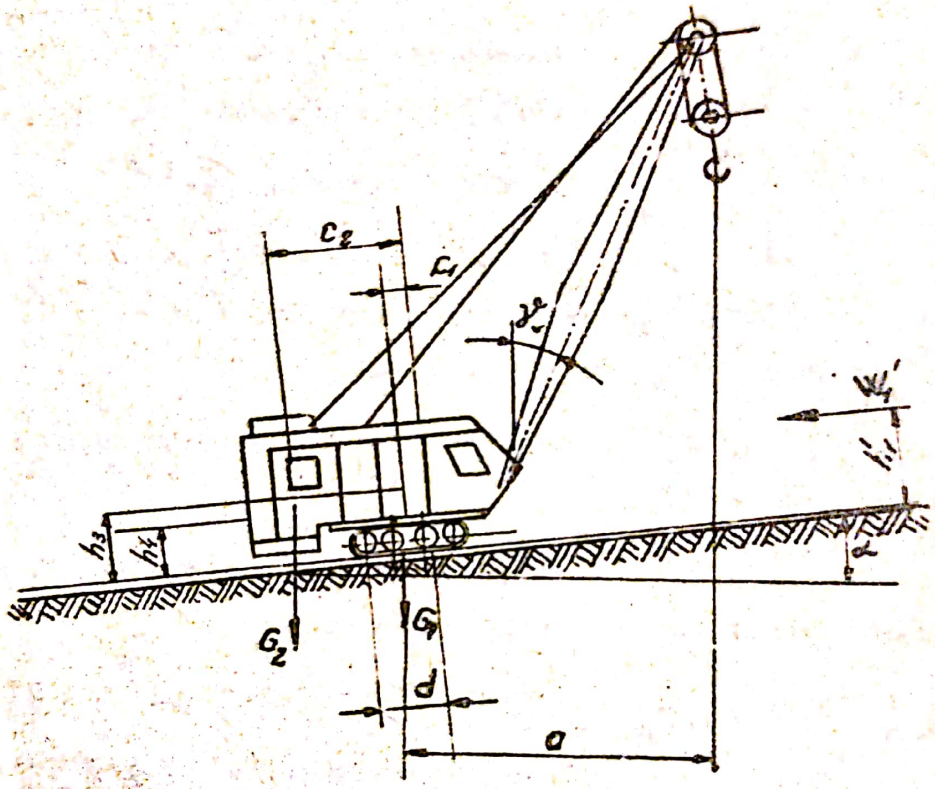


Fig. 2 Macara în repaus (stabilit.proprie).

In această situaţie verificarea stabilităţii se va efectua doar la acţiunea forţei vîntului ;

Formulele ce dau valorile coeficienţilor de stabilitate la răsturnare sînt :

$$k_2 = \frac{M_{G1}}{M_{G2} + M_v}, \qquad (7.28)$$

$$k_2 = \frac{G_1(d-c-h_3 \sin\alpha)}{G_2\,(C_2-d-h_4 \sin\alpha) + W_1\,'h'_1} \qquad (7.29)$$

Semnificaţia simbolurilor din formulele (7.26) şi (7.29) este următoarea :

M_G, M_{G_I}, M_{G_2} = momentele datorate forţelor de greutate proprie a macaralei ;

G = greutatea proprie totală

G_1, G_2 = greutăţile proprii a tuturor pieselor din interiorul perimetrului de sprijin, respectiv din exteriorul acestuia (fig. 2).

M_f = momentul produs de forţa de frînare a sarcinii vehiculate.

M_c = momentul datorat forţei centrifuge ce acţionează asupra sarcinii vehiculate.

M_v, M_{vl} = momentele produse de acţiunea vîntului

M_Q = momentul datorat sarcinii de vehiculat Q.

C, C_1, C_2 = distanţele de la centrele de greutate ale greutăţilor proprii G, respectiv G_1, G_2 la axul de rotaţie a macaralei [m]

h, h_3, h_4 = distanţele de la centrele de greutate ale greutăţilor G, respectiv G_1, G_2 la suprafaţa de sprijin [m]

v_c = viteza de coborîre a sarcinii [m/s]

V_r = viteza de rotire 1 rot/min

t_f = timpul de frînare [s]

a = distanţa, pe orizontală, de la centrul

de greutate al sarcinii Q la axul de rotaţie al macaralei [m]; în ipoteza a II-a, a = R min (raza minimă de acţiune a macaralei.

b, d = distanţele de la punctul în jurul căruia s-ar produce răsturnarea, la axul de rotaţie al macaralei [m];

g = acceleraţia gravitaţională [m/s^2]

h_1, h_2, h'_1 = distanţele punctelor de aplicaţie a forţelor vitezii vîntului W_1, W_2 respectiv W'_1 [m] . se pot calcula cu aceiaşi formulă ca rezistenţa aerului la înaintarea automobilului

$$W = \frac{KSV^2}{13}$$

K = coef aerodinamic [$kgf \cdot s^2/m^4$]

S = suprafaţa perpendiculară pe direcţia vîntului [m^2]

V = viteza vîntului [m/s]

α = unghiul de înclinare a suprafeţei terenului faţă de planul orizontal, pe direcţia macaralei.

$\alpha = 3^0$ pentru macarale auto şi pe şenile

$\alpha = 2^0$ pentru macarale turn, capră, portal pe căi de rulare provizorii.

C. <u>Exemplu numeric</u>

- Macara pe şenile de tip M.C.G - 2o ;
- Manevrează grinzi de beton armat cu deschiderea l = lo m, înălţimea î = o,5o,m şi greutatea Q = 4 tf ;
- Înălţimea de ridicare a sarcinii H = lo m.
- Raza de acţiune a = 7,5 m
- Raza de acţiune minimă Rmin = 4,6 m

- Inclinarea terenului $\alpha = 3^{0}$
- Viteza maximă a vîntului V = 1o m/s

Din tabele extragem caracteristicile constructive şi tehnice ale macaralei M.C.G - 2o.(La lucrări).

Scanned with OKEN Scanner

7.3. Stabilirea productivităţii macaralelor.

A. Tema lucrării

Să se stabilească productivitatea unei macarale utilizate la efectuarea lucrărilor de manevrare a sarcinilor.

B. Indicaţii pentru rezolvare

Macaralele - din punct de vedere al calculului productivităţii - sînt maşini de construcţii cu funcţionare ciclică.

Pentru macarale - ca şi pentru celelalte maşini de construcţii - deosebim cele trei tipuri de productivităţi :

- productivitatea teoretică : $P_{teor.}$
- " tehnică : $P_{tehn.}$
- " de exploatare : $P_{expl.}$

Productivitatea teoretică P_{teor} a macaralelor reprezintă producţia medie - exprimată în unităţi de greutate materiale vehiculate - realizată în unitatea de timp, la o funcţionare neîntreruptă, vehiculînd materiale convenţionale în condiţii convenţionale.

In practică interesează în special productivitatea tehnică P_{tehn} a macaralei - ce depinde de natura materialelor şi condiţiile concrete de vehiculare a acestora - precum şi productivitatea de exploatare P_{expl} ce ţine cont, în plus, de durata efectivă de lucru a maşinii, impusă de considerentele tehnico - tehnologice şi organizatorice.

Formule pentru deducerea pe cale teoretică a productivităţii macaralelor.

Formulele pentru determinarea productivităţii macaralelor derivă din relaţia generală de calcul a productivităţii

mașinilor ciclice :

$$P_{teor} = n_{teor} \cdot Q_{teor} = \frac{3600}{(t_c)_{teor}} \cdot Q_{teor} \quad [tf/h] \qquad (7.30)$$

$$P_{tehn} = n_{tehn} \cdot Q_{tehn} = \frac{3600}{(t_c)_{tehn}} \cdot Q_{tehn} \quad [tf/h] \qquad (7.31)$$

în care :

n = numărul de cicluri realizate în unitatea de timp, respectiv o oră ;

Q = greutatea medie a materialelor vehiculate într-un ciclu [tf] ;

t_c = durata medie a unui ciclu s ;

Indicii "teor" și "tehn" se referă la condițiile de "vehiculare" și la natura materialului vehiculat, acestea fiind, pentru formula (1) teoretice), iar pentru formula (2) concrete.

Productivitatea de exploatare P_{expl} a macaralei se poate exprima prin relația :

$$P_{expl} = P_{tehn} \cdot K_t, \qquad (7.32)$$

în care K_t reprezintă coeficientul de utilizare în timp a mașinii :

$$K_t = \frac{T_{ef}}{T} \qquad (7.33)$$

T_{ef} = durata efectivă de lucru a macaralei

T = durata totală a perioadei considerate (de obicei, un schimb).

$$t_c = K_s \sum t_i + t_o \qquad (7.34)$$

K_s = coeficient de simultaneitate (suprapunere) a mişcărilor macaralei

t_i = durata fiecărei mişcări [s]

$$t_i = \frac{S_i}{V_i} \qquad (7.35)$$

S_i = distanţa pe care este efectuată deplasarea liniară [m]

V_i = viteza medie de efectuare a mişcării respective [m/s]

$$t_i = \frac{\alpha_i}{\omega_i} \qquad (7.36)$$

α_i = unghiul corespunzător mişcării de rotaţie [rad]

ω_i = viteza unghiulară de efectuare a mişcării respective [rad/s]

t_o = timpul necesar pentru prinderea, accelerarea, frînarea şi desprinderea sarcinii [s]

C. <u>Exemplu de calcul</u>

Să se determine productivitatea tehnică P_{teh} şi productivitatea de exploatare P_{expl} a macaralei utilizate la montarea grinzilor cu zăbrele ale acoperişului unei hale industriale.

- Capacitatea de ridicare Q
  - la deschidere minimă : 20 tf
  - la deschidere maximă 4,6 tf
- Lungimea braţului : L = 12,5 m
- Raza de acţiune

- minimă : R_{min} = 4,6 m
- maximă : R_{max} = 12 m

- Înălţimea de ridicare h
  - la deschidere minimă : 12 m
  - la deschidere maximă : 7,5 m
- Viteza de ridicare : 6,2 m/min
- Viteza de rotire : o,5 rot/min
- Viteza de deplasare a braţului : 3,6 m/min
- Viteza de coborîre a cîrligului 12,4 m/min
- Puterea motorului P = loo C.P.
- Greutatea macaralei G = 36,5 tf

Grinzile cu zăbrele sînt confecţionate din beton armat, au greutatea Q_1 = 4 tf, sînt transportate la locul de montaj cu ajutorul treilerelor şi trebuiesc amplasate pe stîlpi din beton armat cu înălţimea h_1 = lo m, plasaţi la distanţa de 6 m, în lungul halei.

Rezolvare : Analizînd enunţul problemei rezultă că în lucrarea de montaj solicitată se recomandă utilizarea macaralelor auto pe pneuri sau macarale pe şenile. Avînd în vedere condiţiile de teren locale, am optat pentru alegerea unui tip de macara pe şenile. Analizînd datele problemei şi tabelele uzuale, constatăm că macaraua pe şenile de tip M.C.G - 2o, corespunde optim lucrării de montaj reclamate.

Caracteristicile tehnice ale macaralei M.C.G. - 2o, extrase din tabele sînt :

(R_{min} = 4,6 m, h_{max} = 12 m)-constatăm că dintr-o poziţie a macaralei pot fi montate două grinzi.

Din poziţia 1 şi pînă în poziţia II macaraua efectuează succesiv următoarele operaţiuni şi mişcări elementare :

1 - prinderea primei grinzi

2 - rotirea cu un unghi π

3 - variaţia razei de acţiune de la valoarea $R_1 = 6$ m, la valoarea $R_2 = 3$ m*

4 - ridicarea grinzii pe verticală cu lo m**

5 - desprinderea grinzii şi asigurarea acesteia pe stîlpii de rezemare 2-2

6 - coborîrea cîrligului macaralei pe verticală cu lo m*

7 - variaţia razei de acţiune de la $R_2 = 3$ m* la $R_1 = 6$ m

8 - rotirea cu un unghi π

1'- prinderea celei de a doua grinzi

3'- idem 3

4'- idem 4

5'- idem 6 (pe stîlpii 1-1)

6'- idem 6

7'- coborîrea săgeţii pentru a putea trece pe sub grindă 2-2 la h = 8 m

8'- idem 8

9 - deplasarea pe orizontală a macaralei din poziţia I-a în poziţia II-a cu distanţa de 12 m.

**In realitate, prin variaţia razei de acţiune, se micşorează înălţimea de ridicare, respectiv de coborîre, lucru prins însă în K_s.

1o - ridicarea săgeţii la h = 1o m (R_1 = 6 m)

Vom considera o durată medie a ciclului $(t_c)_{teh}$, ca fiind durata medie de montare a unei grinzi.

Un ciclu mediu cuprinde următoarele operaţiuni şi mişcări :

o) - prinderea grinzii

1) rotirea platformei cu unghiul $\alpha_1 = \frac{3\pi}{2}$ rad

2) variaţia înălţimii săgeţii, în ambele sensuri

S_2 = 5 m

3) ridicarea grinzii (pe verticală) cu înălţimea

S_3 = 1o m

o) desprinderea grinzii şi asigurarea acesteia pe stîlpii de rezemare.

4) coborîrea cîrligului macaralei cu înălţimea

S_4 = 1o m

5) deplasarea macaralei pe distanţa S_5 = 6 m

Din tabela 1 (vezi anexa) pentru lucrarea de montare a elementelor prefabricate la construcţiile industriale alegem t_o = 1o min, K_t = o,55 K_s = o,9.

$$(t_c)_{tehn} = K_s\left(\frac{\alpha_1}{\frac{\pi n_1}{3o}} + \frac{S_2}{V_2} + \frac{S_3}{V_3} + \frac{S_4}{V_4} + \frac{S_5}{V_5}\right) + t_o$$

$$(t_c)_{tehn} = o,9\left(\frac{1,5\pi}{\frac{\pi\ o,5}{3o}} + \frac{5}{o,6} + \frac{1o}{\frac{6,2}{6o}} + \frac{1o}{\frac{12,4}{6o}} + \frac{6}{\frac{1,4}{3,6}}\right) + 1o.6o =$$

$$(t_c)_{tehn} = o,9.335 + 6oo = 9o2''$$

---

* Deoarece $R_2 < R_{min}$, această manevră se va efectua parţial prin variaţia înălţimii săgeţii de la h=1o m la h=12 m (Conf.diagramei r, Fig.3.23, p.393 [1], parţial prin deplasarea macaralei (această ultimă mişcare fiind prinsă prin K_s).

$$P_{tehn} = \frac{3600}{902} \cdot 4 \cong 16 \text{ tf/h}$$

$$P_{expl} = 16 \cdot 0{,}55 \approx 8{,}8 \text{ tf/h}$$

Scanned with OKEN Scanner

7.4. Dimensionarea cablurilor metalice

A. Tema lucrării

Să se dimensioneze un cablu metalic, folosit la troliul L.R.-1, pentru o capacitate de ridicare Q = 1 tf, iar diametrul tamburului D = 18o mm. Pentru ridicarea sarcinii se utilizează un scripete fix cu D_s = 2oo mm.

B. Indicatii pentru rezolvare.

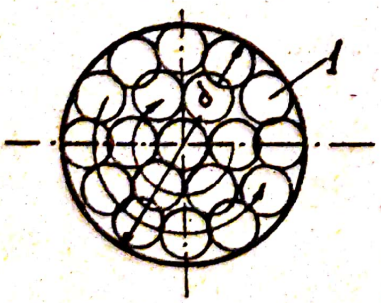
Cablurile metalice sînt cabluri de construcţie specială, executate în fabrici.

Ele se confecţionează prin înfăşurarea (cablarea) unor sîrme trase din oţel - carbon sau a unor toroane, în jurul unei inimi, într-unul sau mai multe straturi concentrice.

După numărul înfăşurărilor avem :

a) cabluri de construcţie simplă fig.1.

b) cabluri de construcţie compusă fig 2.
(dublă, triplă, concentrică)



1 = sîrma

Fig 1.

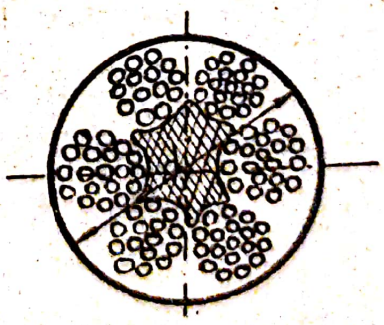


Fig 2.

Se utilizează şi cabluri de construcţie combinată la care toroanele sînt alcătuite din sîrme cu diametre diferite.

Exemplu cablurile Sil (S) fig. 3 și Warrington - Sil (WS) fig. 4.

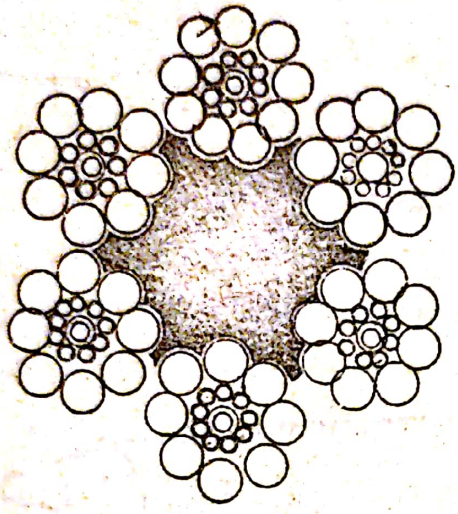


Fig. 3

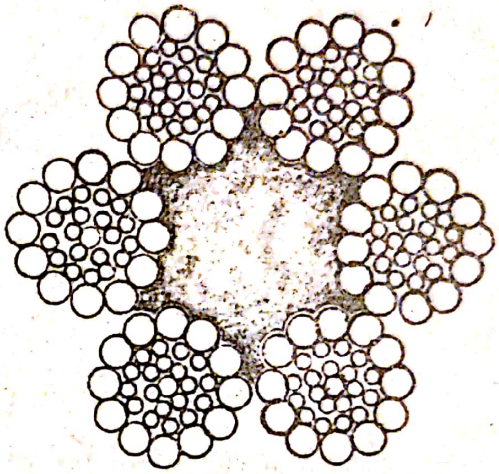


Fig. 4

Sensul de cablare a unei sîrme sau a unui toron poate fi spre dreapta și se notează Z ca în fig. 5 sau spre stînga și se notează cu S ca în fig. 6.

Fig. 5

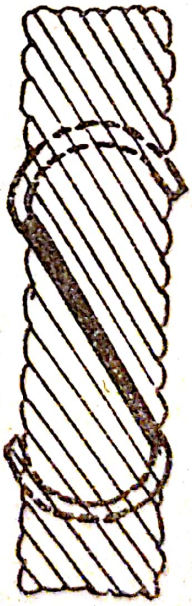


Fig. 6

7.4.1. Calculul de rezistență al cablurilor metalice

Cablurile metalice se dimensionează în funcție de tensiunea maximă de calcul T_c :

$$T_r = C \cdot T_c \qquad (7.37)$$

unde :

T_r = tensiunea de rupere a cablului [kgf] dată în standarde în funcție de tipul cablului, diametrul cablului d, diametrul sîrmelor δ și rezistența de rupere a sîrmelor acestuia σ_r [Kgf/mm^2.]

C = coeficient de siguranță ce se ia din tabele în funcție de raportul D/d - D fiind valoarea minimă dintre diametrul tamburului respectiv diametrul scripeților - și de destinația și regimul de funcționare a mecanismului (vezi tabela 1).

Verificarea dimensionării se face cu ajutorul relației:

$$c_{ef} = \frac{\sigma_r}{\sigma_{ef}} \geq C_1 \qquad (7.38)$$

σ = rezistența de rupere a sîrmelor cablurilor [kgf/cm^2]

σ_{ef} = efortul unitar ce apare în sîrmele cablului, acesta fiind solicitat atît la întindere, cît și la încovoiere :

$$\sigma_{ef} = \frac{T_c}{\frac{\pi}{4}\sum_{(i)} i \cdot \delta_i^2} + kE\frac{\delta}{D} \qquad (7.39)$$

unde :

i = numărul sîrmelor de diametru δ_i

δ = valoarea cea mai mare a diametrului sîrmelor ce alcătuiesc cablul.

E = modulul de elasticitate al sîrmei $E=2,1 \cdot 10^6$ kgf/cm^2.

k = 3/8 pentru solicitări uniforme

c_1 = coeficient de siguranţă dat în tabele în funcţie de aceleaşi elemente ca şi coeficientul c (vezi tabela 1).

C. Exemplu calcul a unui cablu metalic.

Să se dimensioneze cablul metalic al troliului L.R.-1 STAS 1554 - 58 din 1950 ce prezintă următoarele caracteristici tehnice : (fig.5)

- capacitatea de ridicare : Q = 1 tf
- diametrul tamburului : D = 180 mm

Pentru ridicarea sarcinii se utilizează un scripete fix cu diametrul D_s = 200 mm.

7.4.2. Rezolvare

In condiţiile problemei, neglijînd greutatea proprie a cablului şi dispozitivului de susţinere a sarcinii :

$T_c = Q = 1$ tf = 1000 kgf

Din tabela [1] pentru mecanisme staţionare, cu acţionare manuală, extragem următoarele date :

$$\frac{D}{d} \geq 18$$

$$\frac{D}{\sigma} = 400 - 475$$

c = 4,5

Deci grosimea cablului şi a sîrmei celei mai subţiri din alcătuirea acestuia vor fi :

$$(a)\quad d \leq \frac{D}{18} = \frac{180}{18} = 10 \text{ mm},$$

respectiv :

$$(b)\quad \delta = \frac{D}{475} \div \frac{D}{400} = \frac{180}{475} \div \frac{180}{400} = 0{,}38 \div 0{,}45 \text{ mm}.$$

Aplicînd (1) :

$$(c)\quad T_r \geq 4{,}5 \cdot 1000 = 4500 \text{ kgf}.$$

Din standarde (vezi tabela 2), pentru condiţiile (a), (b), (c), rezultă un cablu tip TK 6 x 37 = 222 sîrme, cu inimă vegetală, prezentînd următoarele caracteristici :

$d = 8{,}7$ mm

$\delta = 0{,}4$ mm

Secţiunea totală : $\frac{\pi}{4} \sum_i i \delta_i^2 = 27{,}97 \text{ mm}^2$

Greutatea pentru 100 m cablu : 26,27 kg.

$T_r = 4580$ kgf pentru $\sigma_r = 200 \text{ kgf/mm}^2$

Verificarea dimensionării.

Aplicînd (3)

$$\sigma_{ef} = \frac{1000}{27{,}97 \cdot 10^{-2}} + \frac{3}{8} \cdot \frac{0{,}4}{180} \cdot 2{,}1 \cdot 10^6$$

$$= 3680 + 1750 = 5430 \ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Aplicînd (2)

$$c_{ef} = \frac{20000}{5430} = 3{,}7 > c_1 = 3$$

Valorile coeficienţilor de siguranţă c şi c_1 în funcţie de raportul D/δ sînt date în tabela 7.2.

Cap. 8. Montarea elementelor prefabricate

8.1. Montarea stîlpilor preturnati.

A. Tema lucrării

Să se întocmească fişa tehnologică pentru montarea stîlpilor unei hale industriale parter avînd deschiderea L şi travesa l.

Dimensiunile stîlpului se dau în fig.8.1.

Stîlpul este preturnat într-o poziţie din care montarea se face prin simpla rotire a macaralei.

B. Indicatii pentru rezolvare

Se alege tipul de dispozitiv care să permită basculare stîlpului în vederea montării şi se determină poziţia punctelor de agăţare care să conducă la eforturi minime suplimentare în stîlp în timpul operaţiilor de montare.

Se determină eforturile ce apar în timpul montării stîlpului.

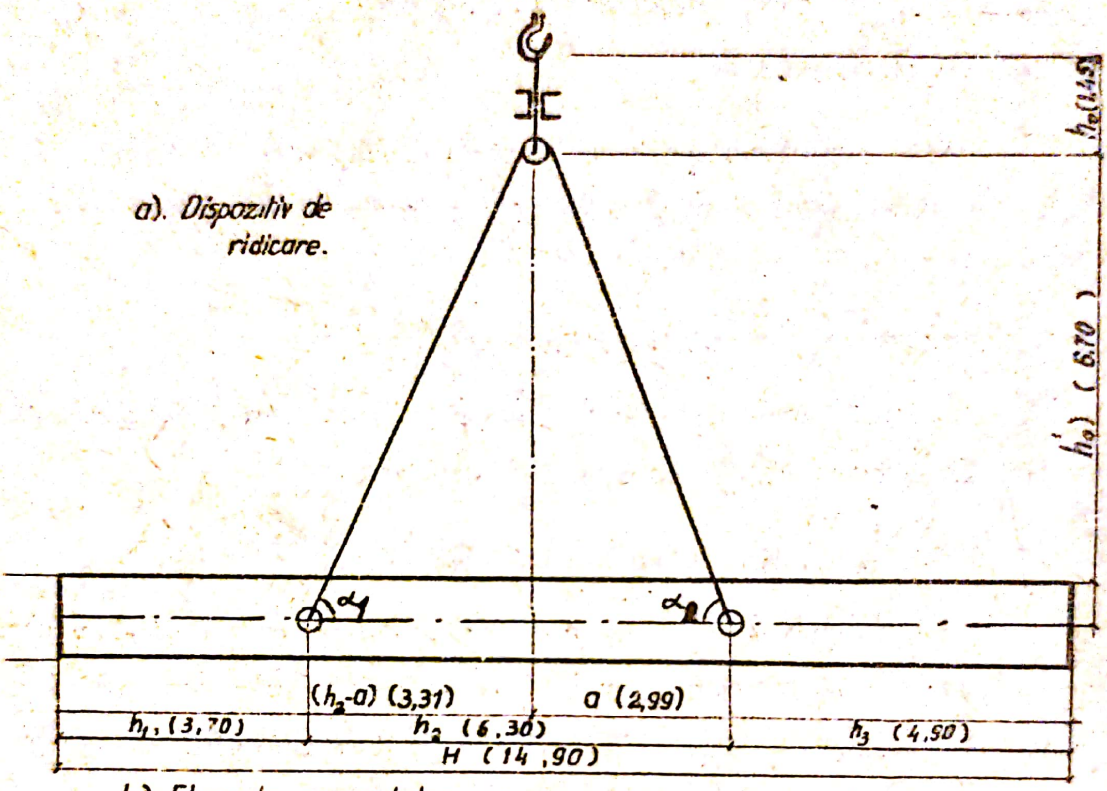
Se determină eforturile la care este solicitat dispozitivul de ridicare.

Se alege utilajul de ridicare.

Se întocmeşte planul de preturnare şi montare a stîlpilor.

8.1.1. Poziţia punctelor de agăţare.

Dispozitivul folosit pentru basculare şi ridicare are în principiu alcătuirea din fig. 8.1.



b). Elemente geometrice

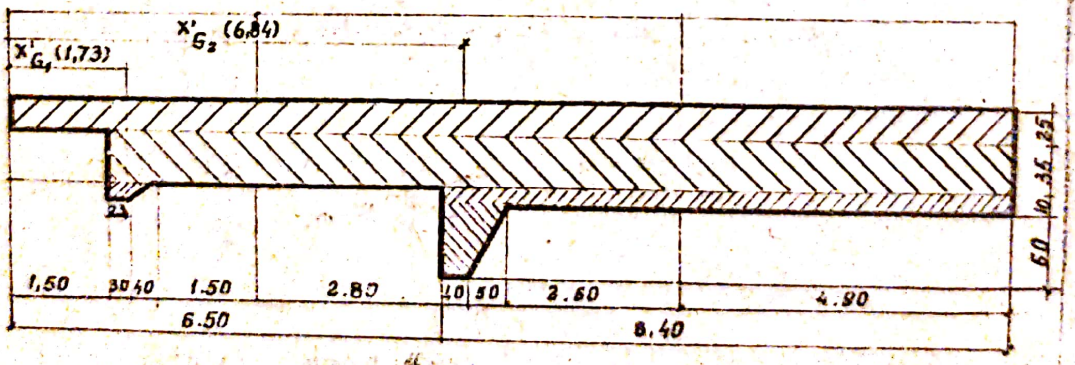


Fig. 8.1

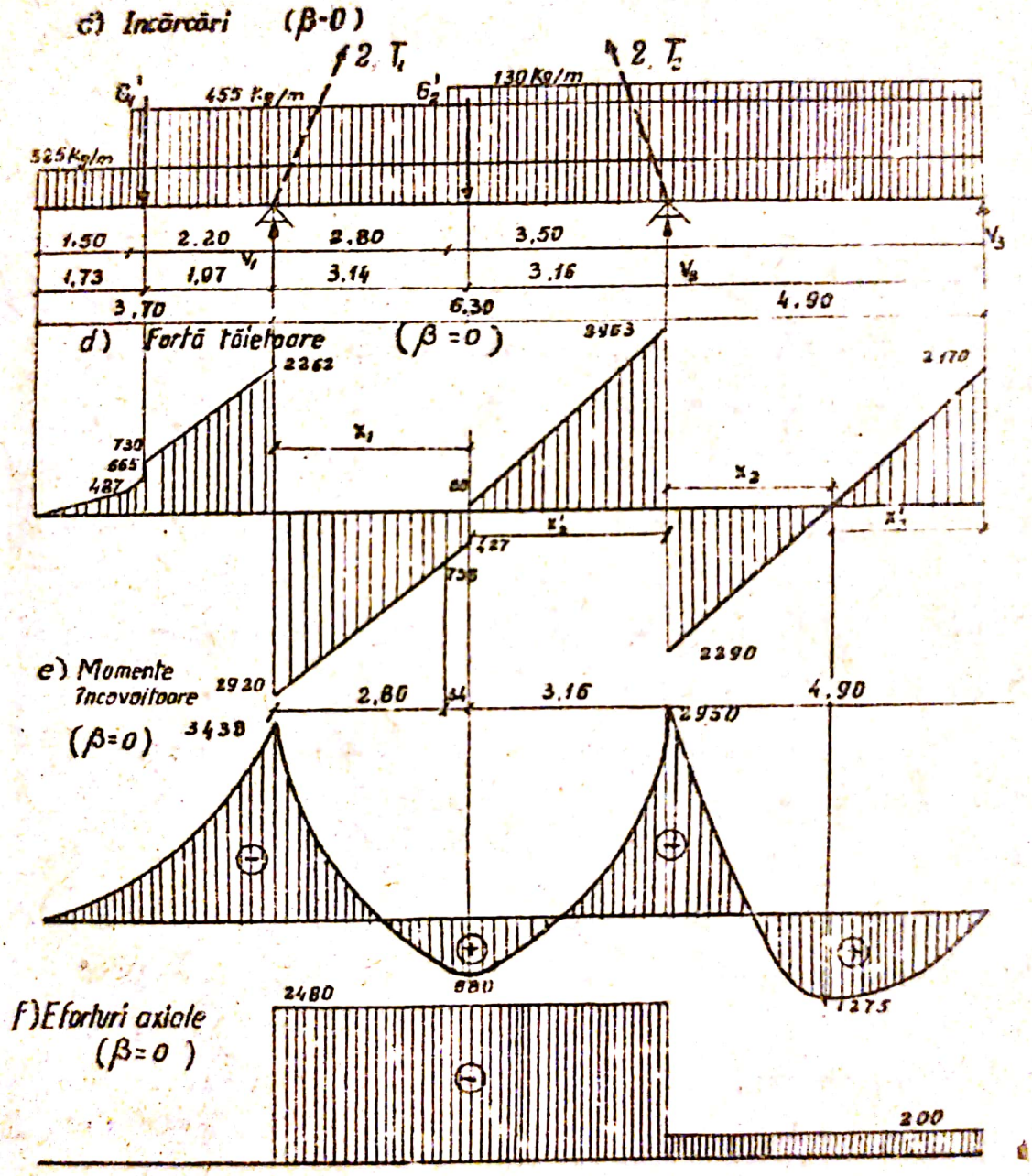

c) Incărcări (β-0)
2 T1
2 T2
G1'
455 Kg/m
G2'
130 Kg/m
525 Kg/m
1.50
2.20
2.80
3.50
1.73
1.97
3.14
3.16
3.70
6.30
4.90
d) Forță tăietoare (β=0)
2262
3963
2170
730
665
487
x1
x2
427
735
2290
e) Momente încovoietoare (β=0)
2920
2.80
3.16
4.90
3438
2950
880
1275
f) Eforturi axiale (β=0)
2480
200

Fig. 8.1

Elementele geometrice ale dispozitivului trebuie să permită basculareа stîlpului la 90° față de orizontală ; această condiție se concretizează în relația :

$$\lambda_1 + \lambda_2 + h_2 \geqslant 2\,(h_1 + h_2 + d)\,. \qquad (8.1.)$$

în care :

d este un spațiu de siguranță între capătul superior al stîlpului și axul scripetelui (d = 0,5 ... 1,0 m)

Pozițiile punctelor de agățare se determină din condițiile ca eforturile ce apar în timpul basculării sau ridicării să fie minime și distribuite astfel încît să poată fi preluate fără supradimensionarea elementului de construcție.

Solicitarea cea mai defavorabilă la încovoierea stîlpului în timpul basculării (fig.8.1 și 8.2) apare pentru valori ale unghiului β foarte apropiate de zero. După basculare apare schema de eforturi din fig. 8.3.

a) Se determină încărcările din greutatea proprie ce acționează stîlpul și poziția centrului de greutate în planul xOy.

Se descompune stîlpul în planul xOz în fîșii de lățime constantă (fig. 8.1) pentru care se determină greutățile uniform distribuite ; pentru console se determină greutățile totale care se consideră sarcini concrete în centrele de greutate ale secțiunilor respective.

b) Se stabilește poziția punctelor de agățare pentru schema statică din fig. 8.1.

In această fază de calcul se pot face unele ipoteze simplificatoare; spre exemplu pentru stîlpul din fig. 8.1 se

neglijează greutatea G_2 a consolei, considerîndu-se în schimb că încărcarea uniform distribuită g_3 acţionează pe întreg cîmpul 1. ..2.

Stîlpul se comportă în timpul basculării ca o grindă continuă pe trei reazeme pentru care ecuaţiile celor trei momente sînt :

$$\begin{cases} h_2 M_1 + 2 (h_2 + h_3) M_2 = - h_2 m_2'' - h_3 m_3' & (8.2) \\ h_3 M_2 = - h_3 m_3'' & (8.3) \end{cases}$$

Rezultă :

$$M_2 = - m_3'' = \frac{g h_3''}{4} = - m_3' \qquad (8.4)$$

Punînd condiţia egalităţii momentelor pe reazeme :

$$M_1 = M_2 \qquad (8.5)$$

şi ţinînd seama de (8.4), relaţia (8.2) devine :

$$- 3 h_2 m_3' - h_3 m_3' + h_2 m_2'' = 0$$

Explicitînd şi înlocuind în această relaţie

$$m_3' = \frac{g h_3^2}{4}$$

$$m_2'' = \frac{g h_2^2}{4}$$

se obţine ecuaţia :

$$\left(\frac{h_2}{h_3} \right)^3 - 3 \left(\frac{h_2}{h_3} \right) - 1 = 0 \qquad (8.6)$$

care se rezolvă prin încercări.

Notînd :

$$c = \frac{h_2}{h_3} \qquad (8.7)$$

din relaţia :

$$H = h_1 + h_2 + h_3 \qquad (8.8)$$

rezultă :

$$H - h_1 = (c + 1)\, h_3 \qquad (8.9)$$

Explicitînd valoarea M_1 ca moment al sarcinilor pe consola de lungime h_1 şi ţinînd seama de (8.4) şi (8.9) se obţine ecuaţia de gradul II în h_1, care permite determinarea acestei valori.

Din (8.9) se obţine apoi valoarea h_3, iar din (8.7), valoarea h_2.

8.1.2. Verificarea echilibrului dispozitivului la începerea basculării.

a) Se calculează valoarea M_1, ca moment al sarcinilor consolei de deschidere h_1, iar valoarea M_2, din relaţia (8.2); se iau în consideraţie încărcările reale, nu ipoteza simplificată.

b) Se calculează valorile reacţiunilor cu relaţia :

$$V_n = V_n^{O''} + V_{n+1}^{O'} + (M_{n-1} - M_n) / h_n + (M_{n+1} - M_n)\, h_{n+1} \qquad (8.10)$$

în care $V_n^{O''}$ este reacţiunea pe reazemul din dreapta a deschiderii n, luată în considerare fără continuitate ;

$V_{n+1}^{O'}$ - reacţiunea pe reazemul din stînga a deschiderii (n+1), în aceleaşi condiţii ;

M_{n-1}, M_n, M_{n+1}, momentele pe reazemele (n-1); n; respectiv (n+1).

c) Pentru poziţia de echilibru din momentul începerii basculării ($\beta = 0$) eforturile din cabluri (fig.8.2) sînt egale:

$$\frac{V_1}{\sin \alpha_1} = \frac{V_2}{\sin \alpha_2} \qquad (8.11)$$

$$\sin \alpha_1 = \frac{h_d'}{\lambda_1}$$

$$\sin \alpha_2 = \frac{h_d'}{\lambda_2}$$

unde : h_d' este înălţimea din axul stîlpului pînă în axul rolei scripetelui.

Rezultă :

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

$$\lambda_2 = \frac{V_1}{V_2} \lambda_1 \qquad (8.12)$$

Inlocuind în relaţia (8.1) se obţine

$$\lambda_1 = \frac{2h_1 + h_2 + 2d}{1 + \frac{V_1}{V_2}} \qquad (8.13)$$

respectiv

$$\lambda_2 = (2h_1 + h_2 + d) - \lambda_1 \qquad (8.14)$$

Poziţia scripetelui rezultă din condiţia :

$$\lambda_1^2 - (h_2 - a - r)^2 = \lambda_2^2 - (a - r)^2$$

unde : a şi $(h_2 - a)$ reprezintă distanţele pe orizontală de la axul vertical al scripetelui la reazemul 2, respectiv la reazemul 1 ;

r - raza rolei scripetelui.

Valoarea "a" se obţine astfel cu relaţia :

$$a = \frac{\lambda_2^2 + h_2^2 - \lambda_1^2 - 2rh_2}{2(h_2 - 2r)} \qquad (8.15)$$

d) Trebuie să se verifice condiţia :

$$h_1 + h_2 - a < x_G \qquad (8.16)$$

Dacă aceasta nu se verifică se deplasează reazemul 2 pentru reducerea deschiderii h_2 şi mărirea deschiderii h_3. Cu aceste noi valori h_2 şi h_3 se refac calculele de la pct. 8.1.2 a, b, c, d.

8.1.3. Eforturile ce solicită stîlpul în momentul începerii basculării ($\beta \cong 0$) şi eforturile în cabluri.

a) Se trasează curba de variaţie a forţei tăietoare (fig.8.1 d) şi se determină punctele în care aceasta se anulează; distanţele acestor puncte la reazemul n, respectiv (n+1) se notează cu x_n, respectiv x'_{n+1}

b) Se calculează momentele în cîmp cu relaţia :

$$M_x = M_x^0 + M_n \, x'_{n+1} / h_n + M_{n+1} \, x_n / h_n \qquad (8.17)$$

în care : M_x^0 este momentul static determinat, în secţiunea x;

M_n, M_{n+1} - momente de pe reazemele n şi (n+1).

Se trasează diagrama de variaţie a momentelor la încovoiere (fig. 8.1).

c) Unghiurile cablurilor cu axa elementului se determină cu ajutorul cosinusurilor :

$$\cos \alpha_1 = \frac{h_2 - a - r}{\lambda_1}$$

$$\cos \alpha_2 = \frac{a - r}{\lambda_2} \qquad (8.18)$$

d) Eforturile în cabluri rezultă din relaţia :

$$2T_1 = 2T_2 = \frac{V_1}{\sin \alpha_1} = \frac{V_2}{\sin \alpha_2} \qquad (8.19)$$

e) Eforturile axiale în element şi reacţiunea axială în punctul de rezemare pe teren rezultă din relaţiile :

$$N_{0-1} = 0$$

$$N_{1-2} = \frac{V_1}{tg \alpha_1}$$

$$N_{2-3} = \frac{V_1}{tg \alpha_1} - \frac{V_2}{tg \alpha_2} \qquad (8.20)$$

$$N_3 = N_{2-3}$$

Se trasează diagrama eforturilor axiale (8.1.f).

8.1.4. <u>Variaţia eforturilor din stîlp şi din elementele dispozitivului în timpul basculării şi ridicării.</u>

In timpul basculării (fig. 8.2) eforturile din încovo-

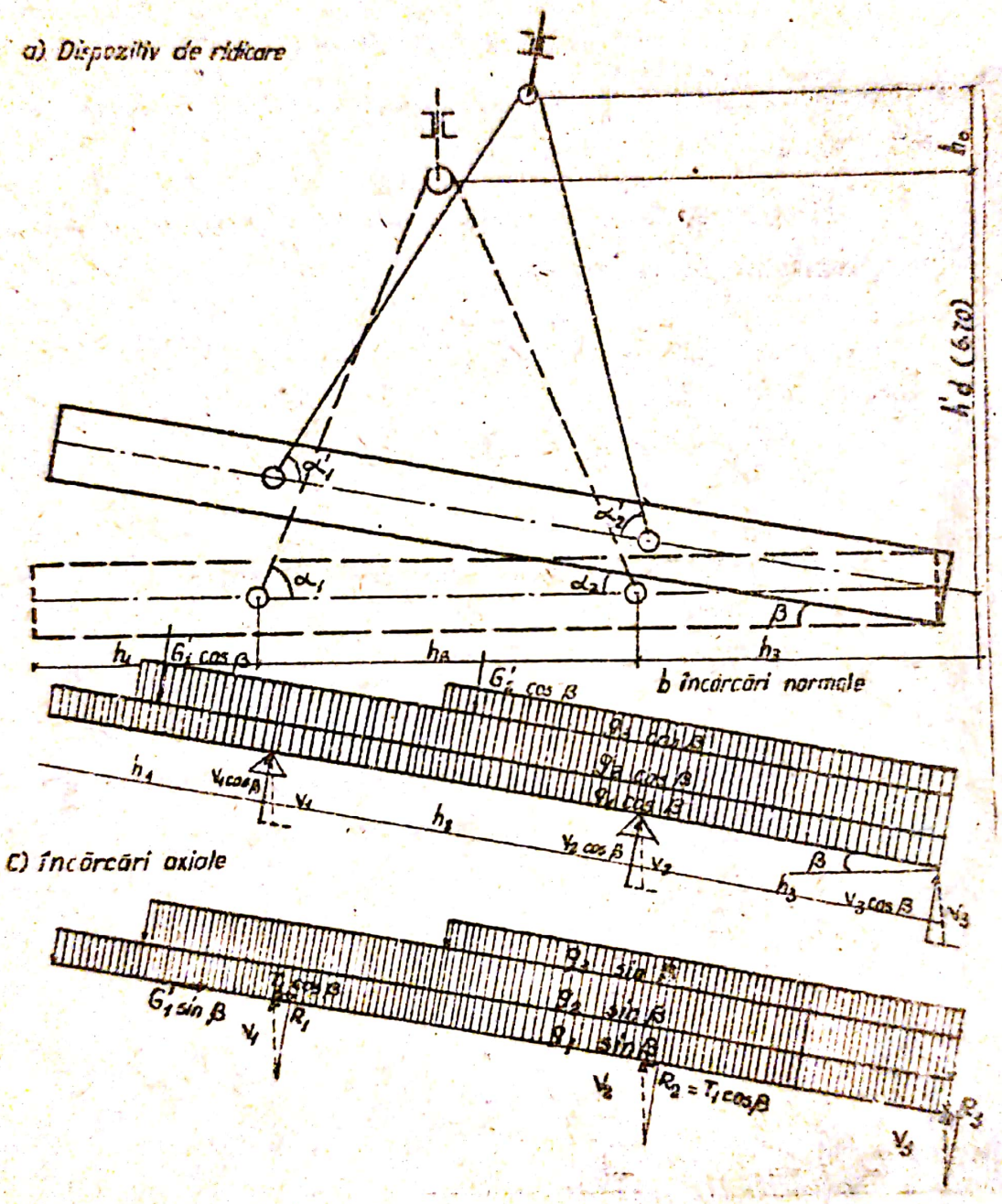
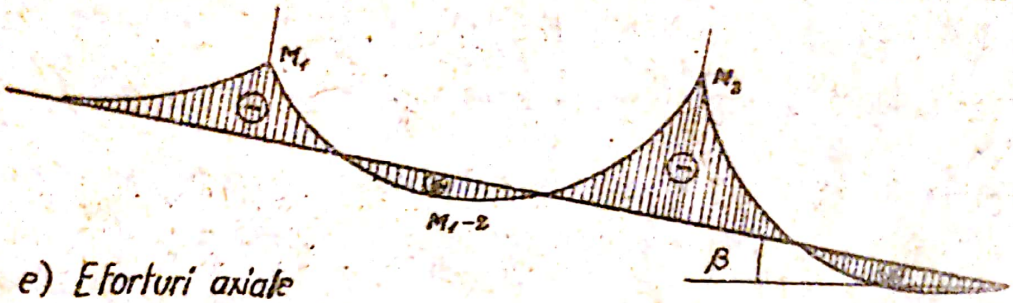


Fig. 8.2

Scanned with OKEN Scanner

d) Momente încovoietoare



e) Eforturi axiale

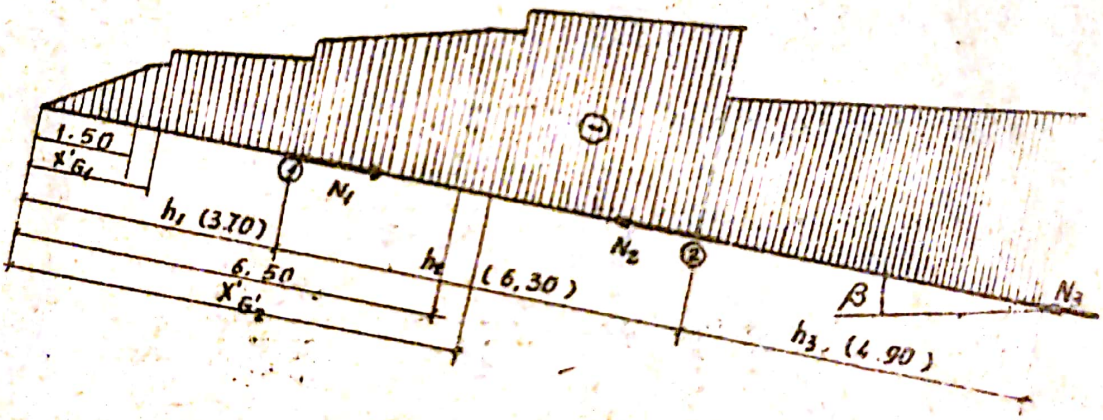


Fig. 8.2

iere se multiplică cu cos β a cărui valoare scade de la 1 la 0 cînd unghiul β crește de la 0 . . . 90° astfel încît în final eforturile din încovoiere devin nule (momentele încovoietoare, forțele tăietoare și componentele axiale $\frac{V_1}{\sin \alpha_1}$ respectiv $\frac{V_2}{\sin \alpha_2}$) Apar în schimb componente axiale ale greutății stîlpului, egale cu $G \sin \beta$. Solicitările axiale totale vor avea astfel următoarea variație în lungul stîlpului :

$$N_1' = G_1 \sin \beta$$

$$N_1'' = G_1 \sin \beta + \frac{V_1}{tg \alpha_1}$$

$$N_2' = (G_1 + G_2) \sin \beta + \frac{V_1}{tg \alpha_1} \qquad (8.21)$$

$$N_2'' = (G_1 + G_2) \sin \beta + \frac{V_1}{tg \alpha_1} - \frac{V_2}{tg \alpha_2}$$

$$N_3 = (G_1 + G_2 + G_3) \sin \beta + \frac{V_1}{tg \alpha_1} - \frac{V_2}{tg \alpha_2}$$

unde :

N_1' , N_1'' , reprezintă solicitările axiale în stînga, respectiv în dreapta punctului 1 de agățare ;

N_2' , N_2'' - , aceleași solicitări pentru punctul 2 de agățare;

N_3 , - solicitarea axială în punctul de rezemare pe teren ;

G_1 , - greutatea stîlpului, de la capăt la punctul 1 de agățare ;

G_2, - greutatea între punctele 1 și 2 de agățare ;

G_3, - greutatea între punctul 2 de agățare și punctul

de rezemare pe teren.

Eforturile în cablurile de ridicare se deduc cu relaţiile:

$$2T_1 = \frac{N_1^T \sin\beta}{\cos\alpha_1} + \frac{V_1}{\sin\alpha_1}$$

$$2T_2 = \frac{N_2^T \sin\beta}{\cos\alpha_2} + \frac{V_1}{\sin\alpha_2} \qquad (8.22)$$

Poziţia scripetelui variază în timpul basculării datorită variaţiei unghiurilor β şi α, astfel încît să fie îndeplinită condiţia (8.12).

Unghiul α_1 variază de la o valoare iniţială determinată cu relaţia (8.18) pînă la 180°, iar α_2 de la valoarea determinată cu relaţia (8.18) pînă la 0°.

După ce unghiul $\alpha > 90^\circ$ sensul eforturilor axiale introduse de sistemul de agăţare în stîlp îşi schimbă sensul (întindere în loc de compresiune)

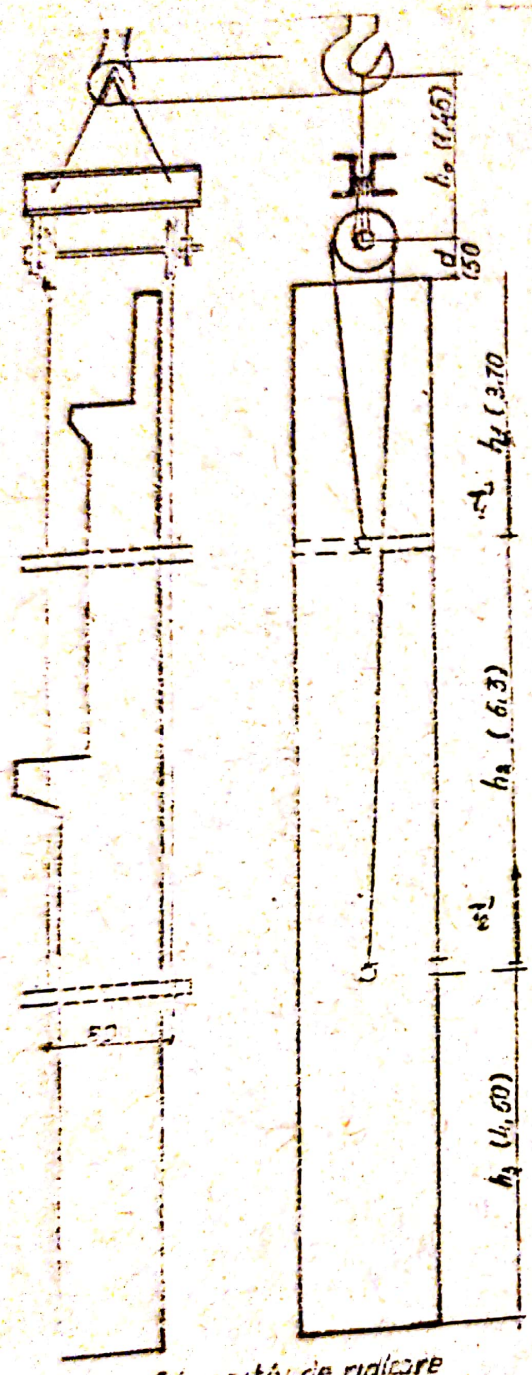
La limită ($\beta = 90^\circ$, $\alpha_1 = 180^\circ$, $\alpha_2 = 0^\circ$) starea de eforturi este nedeterminată, existînd trei puncte de rezemare aliniate pe verticală : stîlpul rezemînd însă de fapt pe pămînt, rezultă $T_1 = T_2 = 0$.

Odată cu ridicarea lui de pe pămînt eforturile din cabluri capătă valorile :

$$2T_1' = 2T_2' = \frac{G}{2} \qquad (8.23)$$

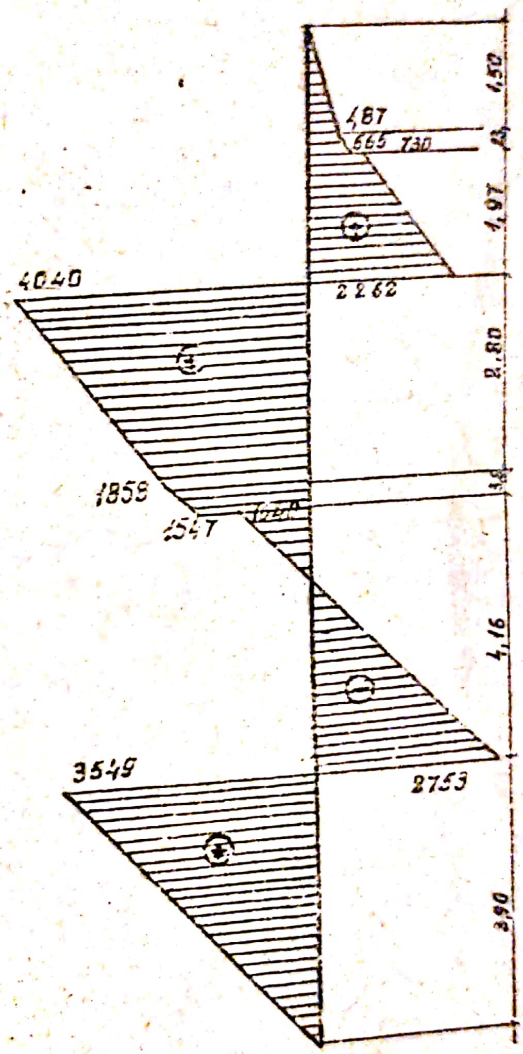
în care G_1, este greutatea totală a stîlpului.

Diagrama de eforturi axiale în această situaţie se vede în fig. 8.3.



a) Dispozitiv de ridicare

b) Diagrama de eforturi axiale în stîlp în timpul ridicării



Lungimea totală a unui cablu este :

$$\lambda = \lambda_1 + \lambda_2 + 7\pi r \qquad (8.24)$$

unde : r, este raza rolei scripetelui.

8.1.5. Determinarea caracteristicilor utilajului de ridicare, alegerea acestuia si elaborarea planului de preturnare

a) Se calculează înălţimea la cîrlig H_c, necesară pentru montarea elementului prefabricat, cu relaţia :

$$H_c = H + o,5o + d + h_o + \Delta H \qquad (8.25)$$

în care: H, în m, este lungimea totală a stîlpului ;

o,5o m, - spaţiul de siguranţă între nivelul superior al paharului şi capătul inferior al stîlpului;

d, în m - spaţiul de siguranţă între capătul superior al stîlpului şi axul rolei scripetelui (pct.8.1.1, relaţia 8.1) ;

h_o, în m - înălţimea dispozitivului între axul rolei scripetelui şi punctul de agăţare în cîrligul macaralei ;

H, în m, - diferenţa între cota superioară a paharului şi cota la care se deplasează macaraua.

b) Se determină sarcina Q_r, ce se ridică, cu relaţia :

$$Q_r = G + g \qquad (8.26)$$

în care : G, este greutatea elementului prefabricat ;

g_d este greutatea dispozitivului

c) Se alege din catalogul de utilaje macaraua care îndeplineşte simultan condiţiile :

$$H_{c,ef} \geq H_c \qquad (8.27)$$

$$Q_{ef} \geq Q_r \qquad (8.28)$$

şi se identifică valoarea corespunzătoare razei minime (R_{min})

d) Se determină raza efectivă de montaj (R).

Poziţia macaralei trebuie să permită montarea a doi stîlpi dintr-o singură staţie, să evite apariţia altor solicitări decît acele avute în vedere la pct. 8.1.2, 8.1.3 şi 8.1.4 şi să lase liberă o fîşie de deplasare a macaralei, pe care aceasta trebuie să se rotească complet (fig. 8.4 a).

Fîşia liberă pentru deplasarea longitudinală are lăţimea F (gabaritul transversal al macaralei, care se extrage din catalog).

Intre această fîşie şi axul liniei stîlpilor ce se montează trebuie să rămînă o altă fîşie de lăţime D, necesară pentru a permite trecerea în condiţii de deplină siguranţă a macaralei pe lîngă săpătura fundaţiilor.

Raza de montaj trebuie să îndeplinească astfel condiţiile:

$$R \geq \sqrt{(D + \frac{F}{2})^2 + \frac{\ell^2}{4}} = \frac{1}{2} \sqrt{4 (D + \frac{F}{2})^2 + \ell^2} \qquad (8.29)$$

$$R \geq R_{min} \qquad (8.30)$$

în care : ℓ , în m, este distanţa între stîlpii ce se montea-

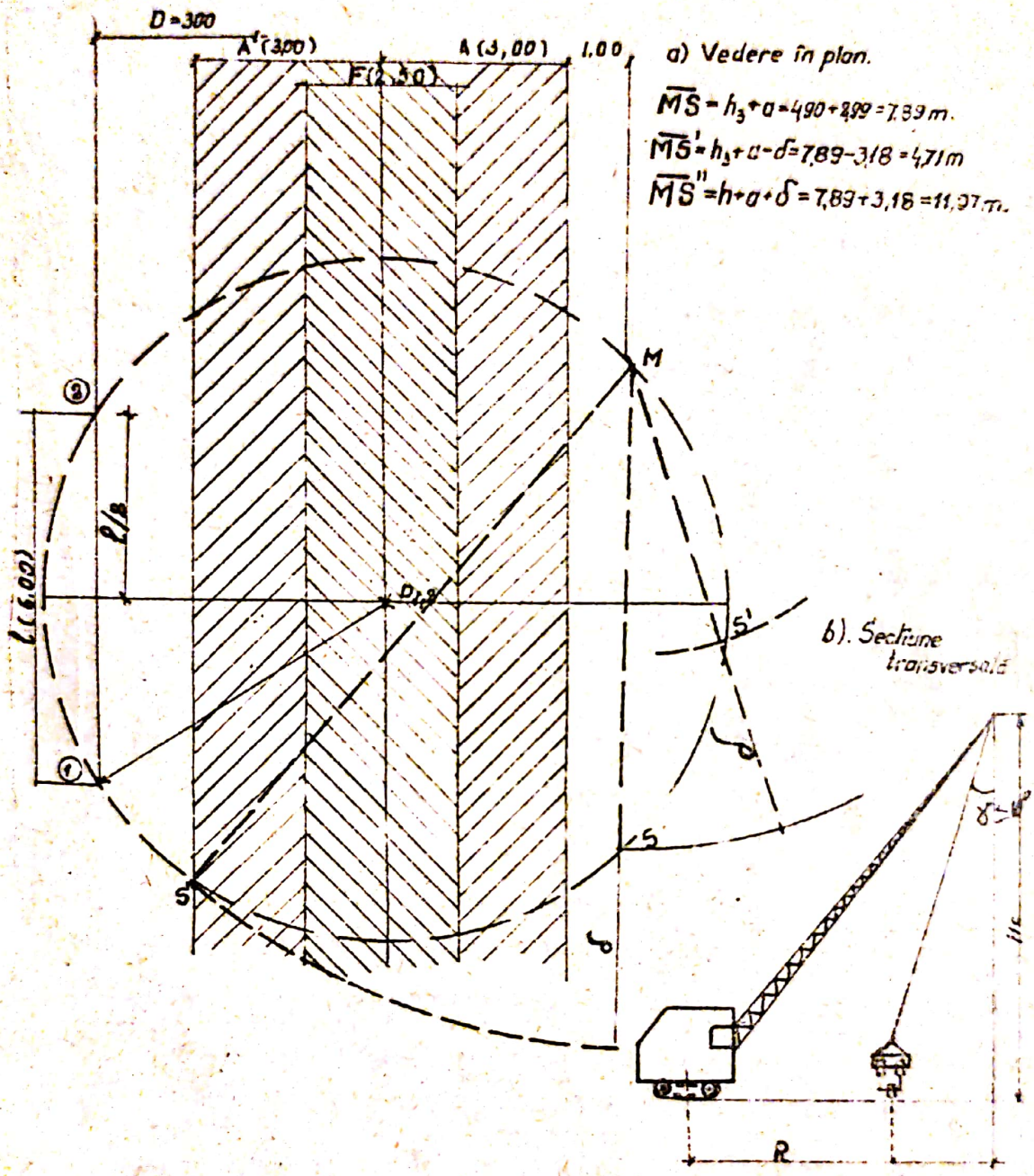

D=300
A'(3,00)
A(3,00)
1,00
F(2,50)
a) Vedere in plan.
$\overline{MS} = h_3 + a = 4{,}90 + 2{,}99 = 7{,}89$ m.
$\overline{MS}' = h_3 + a - \delta = 7{,}89 - 3{,}18 = 4{,}71$ m
$\overline{MS}'' = h + a + \delta = 7{,}89 + 3{,}18 = 11{,}07$ m.
M
S'
S
b). Sectiune transversale
R

Fig. 8.4

din aceeaşi staţie.

Se alege pentru raza de montaj (R), valoarea cea mai mare rezultată din relaţiile (8.29) şi (8.3o) şi se verifică din nou relaţiile (8.27) şi (8.28) pentru valoarea R.

e) Se trasează cîte un arc de cerc de rază R din punctele (1) şi (2) (axele stîlpilor montaţi) ; la intersecţia lor se determină poziţia staţiei macaralei în timpul montării $P_{1;2}$; prin acest punct se duce axul de deplasare al macaralei paralel cu axul liniei de stîlpi (1), (2) ; dacă raza R a fost determinată pe baza relaţiei (8.29) această linie se află la distanţa $(D + \frac{F}{2})$, iar dacă a fost determinată pe baza relaţiei (8.3o) se află la distanţă mai mare.

f) Se mută piciorul compasului în punctul $P_{1;2}$ şi se trasează complet cercul de rază R care trece prin (1) şi prin (2).

g) Se trasează două linii paralele de o parte şi de alta a axului de deplasare a macaralei, la distanţa A de aceasta, reprezentînd fîşia de rotire liberă pe suprafaţa căreia nu se staţionează cu mijloace de transport în dreptul macaralei şi nu se amplasează stîlpi în vederea preturnării.

h) Poziţia de preturnare a stîlpilor trebuie să permită de asemenea ca verticalele axelor stîlpilor montaţi şi verticala punctului de rotire a stîlpului în timpul basculării să se găsească pe aceeaşi suprafaţă cilindrică avînd secţiunea normală circulară ; dacă este posibil este bine ca pe aceeaşi suprafaţă cilindrică să se găsească şi verticala cablului macaralei în momentul începerii basculării. Dacă acest lucru nu este posibil, unghiul cablului macaralei cu verticala nu tre-

buie să depăşească 10^0. In acest scop se fixează punctul M de rezemare a stîlpului pe pămînt în timpul basculării, pe arcul de cerc trasat la pct. f şi la circa 1,00 m în exteriorul gabaritului de rotaţie ; din acest punct se trasează arcul de cerc de rază $\overline{MS} = h_3 + a$; la intersecţia acesteia cu arcul de cerc de rază R şi centrul în $P_{1;2}$ se găseşte verticala cîrligului macaralei la începerea basculării (pct.S).

Atunci cînd soluţia obţinută nu convine, din diferite motive locale, se poate adopta pentru stîlp şi altă poziţie astfel încît axa lui să fie cuprinsă în fascicolul S'RS". Punctele S' şi S" se găsesc la intersecţia cercurilor de rază $(h_3 + a - \delta)$ şi respectiv $(h_3 + a + \delta)$, avînd centrul în S, cu cercul de rază R şi centrul în $P_{1;2}$. Valoarea δ (fig. 8.4 b) se determină cu relaţia :

$$\delta \leq H_c \quad tg\, \gamma \qquad (8.31)$$

în care: γ este unghiul pe care-l face direcţia cablului cu verticala cîrligului macaralei. In acest caz este necesar să se verifice şi relaţia :

$$Q \geq Q_o = \frac{2T_1 \sin \alpha_1 + 2\, T_2 \sin \alpha_2 + g}{\cos \gamma} \qquad (8.32)$$

în care: T_1, T_2, sînt eforturile în cabluri la începutul basculării ($\beta = o$) determinate cu relaţia (8.19)

α_1, α_2, unghiurile pe care le fac ramurile de cablu la începerea basculării, determinate cu relaţia (8.18).

Exemplu numeric.

8.1.1. Stabilirea poziției punctelor de agățare și elementelor geometrice ale dispozitivului de ridicare

a) Stîlpul din fig. 8.1 se descompune pe lățime în fîșii de o,25m, o,35 m și o,lo m lățime pentru care se calculează greutățile uniform distribuite. Pentru console se determină greutatea totală.

Greutățile uniform distribuite ale fîșiilor de lățime constantă.

g_1 = o,25 x o,5o x 2,6oo = 325 daN/m

g_2 = (o,6o - o,25) x o,5o x 2,6oo = 455 daN/m

g_3 = (o,7o - o,6o) x o,5o x 2,6oo = 13o daN/m

Total 91o daN/m

Abscisele centrelor lor de greutate

$$x_1 = \frac{14,9o}{2} = 7,45 \text{ m}$$

$$x_2 = 1,5o + \frac{5,oo + 8,4o}{2} = 8,2o \text{ m}$$

$$x_3 = 1,5o + 5,oo + \frac{8,4o}{2} = 1o,7o \text{ m}$$

Greutatea consolelor

$$G_1' = (o,3o \times o,1o + \frac{o,4o \times o,1o}{2}) \times o,5o \times 26oo = 65 \text{ daN}$$

$$G_2' = (o,4o \times o,6o + \frac{o,5o \times o,6o}{2}) \times o,5o \times 26oo = 5o7 \text{ daN}$$

Abscisele centrelor lor de greutate :

$$x_1' = 1,50 + \frac{\frac{0,30^2 \times 0,10}{2} + \frac{0,40 \times 0,10}{2}\left(0,30 + \frac{0,40}{3}\right)}{0,30 \times 0,10 + \frac{0,40 \times 0,10}{2}} = 1,73 \text{ m}$$

$$x_2' = 1,50 + 5,00 + \frac{\frac{0,40^2 \times 0,60}{2} + \frac{0,50 \times 0,60}{2}\left(0,40 + \frac{0,50}{3}\right)}{0,40 \times 0,60 + \frac{0,50 \times 0,60}{2}} =$$

$$= 6,84 \text{ m}$$

Greutăţile fîşiilor de lăţime constantă

$G_1 = 325 \times 14,90 = 4841$ daN

$G_2 = 455 \times (5,00 + 8,40) = 6100$ daN

$G_3 = 130 \times 8,40 = 1092$ daN

Greutatea totală a stîlpului este :

$G = 4841 + 6100 + 1092 + 65 + 507 = 12,605$ daN

Abscisa centrului de greutate a stîlpului

$$x_G = \frac{4841 \times 7,45 + 6100 \times 8,20 + 1092 \times 10,70 + 65 \times 1,73 + 507 \times 6,84}{12.605} = 8,05 \text{ m.}$$

b) Explicitînd valoarea momentului M_1 a sarcinilor de pe consolă în relaţia (8.5) în care se înlocuieşte M_2 cu (8.4) rezultă :

$$\frac{g_1 h_1^2}{2} + \frac{g_2 (h_1 - 1,50)^2}{2} + G_1' (h_1 - x_{G1}') = \frac{g h_2^2}{4}$$

Ecuaţia (8.6) se verifică pentru c = 1,88

Folosind relaţia (8,9) se obţine ecuaţia :

$$\frac{g_1 h_1^2}{2} + \frac{g_2 (h_1-1,5o)^2}{2} + G_1' (h_1 - x\ G_1') = \frac{g (H-h_1)^2}{4 (c+1)^2}$$

în care făcînd înlocuirile corespunzătoare rezultă: $h_1 = 3,7o$ m

Din (8.9) :

$$h_3 = \frac{14,9o - 3,7o}{2,88} = 3,9o \text{ m}$$

iar din (8.7) :

$$h_2 = 1,88 \times 3,89 = 7,3o \text{ m}$$

8.1.2. Verificarea echilibrului dispozitivului la începerea basculării

$$M_1 = \frac{325 \times 3,7o^2}{2} + \frac{455 (3,7o - 1,5o)^2}{2} + 65 (3,7o - 1,73) =$$

$$= 221o + 11oo + 128 = 3438 \text{ daN m}$$

$$m_2^n = o,25o (325 + 455) \times 7,3o^2 + o,25o \times 13o \times 4,5o^2 \times$$

$$\times (2 - \frac{4,5o}{7,3o})^2 + 507 \times \frac{3,14 \times 4,16 (3,14 + 7,3o)}{7,3o^2} =$$

$$= 1o32o + 125o + 131o = 1288o \text{ daN m}$$

$$m_3' = o,25o \times 91o \times 3,9o^2 = 343o \text{ daN}$$

Se obține :

$$-7,3o \times 3438 + 2 (7,3o+3,9o) M_2 = -7,3o \times 1288o - 3,9o \times 343o$$

$$M_2 = \frac{-94ooo - 134oo + 243oo}{22,4o} = 37oo \text{ daN m}$$

b) Reacţiunile se determină cu relaţia (8.1o)

V_1 = 325 x 1,5 + (325 + 455) (3,7o - 1,5o) + 65 + (325 + 455) x 7,3o/2 + 13o x $4,5o^2$ / 2 x 7,3o + 5o7 x 4,16 / 7,3o + + (-37oo + 3438)/ 7,3o = 487 + 171o +65 + 285o + 18o + + 289 - 36 = 5545 daN

V_2 = (325 +455) x 7,3o/ 2 + 13o x 4,5o (2,8o + 4,5o/2) /7,3o + +5o7 x 3,14/7,3o + 91o x 3,9o/2 + (-3438 + 37oo) /7,3o + +37oo/3,9o = 285o + 4o5 + 219 + 1775 + 36 + 95o = 6235 daN

$$V_3 = \frac{91o \times 3,9o}{2} - 37oo/3,9o = 1775 - 95o = 825 \text{ daN}$$

c) Lungimile ramurilor de cablu în momentul începerii basculării rezultă din relaţiile : (8.13) şi (8.14) pentru d = o,5o m.

$$\lambda_1 = \frac{2 \times 3,7o + 7,3o + 1,oo + 1,oo}{1 + \frac{5545}{6235}} = 8,33 \text{ m}$$

$$\lambda_2 = 2 \times 3,7o + 7,3o + 1,oo - 8,33 = 7,37 \text{ m}$$

Poziţia rolei în momentul începerii basculării se determină din relaţia (8.15).

$$a = \frac{7,33^2 + 7,3o^2 - 8,33^2 - 2 \times o,1o \times 7,3o}{2 (7,3o - 2 \times o,1o)} = 2,65 \text{ m}$$

d) Poziţia verticalei de ridicare faţă de verticala centrului de greutate (8.16). :

$$3,7o + (7,3o - 2,65) = 8,35 > 8,o5$$

Stîlpul se basculează invers ; este necesară deplasarea punctului 2 de agățare, renunțînd la egalitatea momentelor pe reazem.

Se adoptă :

$$h_1 = 3,7o \; ; \quad h_2 = 6,3o \; ; \quad h_3 = 4,9o.$$

Conform 8.1.2 a :

$$M_1 = 3438 \text{ daN/m}$$

$$m_2^m = o,25o\,(325+455) \times 6,3o^2 + o,25o \times 13o \times 3,5o^2\,(2-3,5o/6,3o)^2 +$$

$$+ 5o7 \times 3,14 \times 3,16\,(3,14+6,3o)/6,3o^2 = 77oo + 1o3o + 956 =$$

$$= 9686 \text{ daN m}$$

$$m_3' = o,25o \times 91o \times 4,9o^2 = 545o \text{ daN m}$$

$$M_2 = \frac{6,3o\,(9686-3438) - 4,9o \times 545o}{2\,(6,3o + 4,9o)} = \frac{-393oo - 267oo}{22,4o} = -295o \text{daN m}$$

Conform 8.1.2 b :

$$V_1 = 487 + 171o + 65 + (325 + 455) \times 6,3o/2 + 13o \times 3,5o^2/\,2 \times$$

$$\times\, 6,3o + 5o7 \times 3,16/6,3o + (-295o + 3438)/6,3o = 487 +$$

$$+ 171o + 65 + 2461 + 126 + 255 + 78 = 5182 \text{ daN}$$

$$V_2 = (325 + 455) \times 6,3o/2 + 13o \times 3,5o\,(2,8o + 3,5o/2)/6,3o +$$

$$5o7 \times 3,14/6,3o + 91o \times 4,9o/2 + (-3438 + 295o)/6,3o +$$

$$+295o/4,9o = 2461 + 329 + 223o - 78 + 6o = 5253 \text{ daN}$$

$$V_3 = 91o \times 4,9o/2 - 295o/4,9o - 223o - 6o = 217o \text{ daN}$$

Conform 8.1.2.c

Lungimile ramurilor de cablu în momentul începerii basculării :

$$\lambda_1 = \frac{2 \times 3{,}70 + 6{,}30 + 1{,}00}{1 + \frac{5182}{5253}} = 7{,}42 \text{ m}$$

$$\lambda_2 = 2 \times 3{,}70 + 6{,}30 + 1{,}00 - 7{,}42 = 7{,}28 \text{ m}$$

Poziţia rolei :

$$a = \frac{7{,}28^2 + 6{,}30^2 - 7{,}42^2 - 2 \times 0{,}10 \times 6{,}30}{2\,(6{,}30 - 2 \times 0{,}10)} = 2{,}95 \text{ m}$$

Poziţia verticalei de ridicare faţă de verticala centrului de greutate (condiţia 8.16)

$$3{,}70 + (6{,}30 - 2{,}99) = 7{,}01 < x_G = 8{,}05$$

8.1.3. Eforturile ce solicită stîlpul în momentul începerii basculării ($\beta \cong 0$) şi eforturile în cabluri.

a) Diagrama forţei tăietoare se prezintă în fig. 8.1.d. Forţa tăietoare se anulează la distanţa x_1 de reazemul 1, x_2' de reazemul 2 pentru deschiderea 1;2, respectiv x_2, x_3' pentru deschiderea 2;3.

Din fig. 8.1 :

$$x_1 = 3{,}14 \text{ m}$$

$$x_2' = 3{,}16 \text{ m}$$

$$x_2 = \frac{2290}{2290 + 2170} \times 4{,}90 = 2{,}50 \text{ m}$$

$$x_3' = 4{,}90 - 2{,}50 = 2{,}40 \text{ m}$$

b) Momentele în cîmp se stabilesc cu relaţia (8.17) (a se vedea şi expresiile reacţiunilor)

$$M_{1,2} = (2461 + 329 + 252) \times 3,16 - 91o \times 3,16^2/2 -$$
$$- 3438 \times 3,16/6,3o - 295o \times 3,14/6,3o = 962o - 455o -$$
$$- 172o - 147o = 88o \text{ daN m}$$

$$M_{2,3} = 223o \times 2,5o - 91o \times 2,5o^2/2 - 295o \times 2,4o/4,9o =$$
$$= 557o - 285o - 1445 = 1275 \text{ daN m}$$

Diagrama de momente se prezintă în fig. 8.1.

c) Unghiurile cablurilor cu axa elementului (relaţiile 8.18) :

$$\cos\alpha_1 = \frac{6,3o - 2,99 - o,1o}{7,42} = o,432 \qquad \alpha_1 = 64^o24'$$

$$\cos\alpha_2 = \frac{2,99 - o,1o}{7,28} = o,397 \qquad \alpha_2 = 65^o38'$$

$$\sin\alpha_1 = o,9o18 \qquad tg\alpha_1 = 2,o87$$

$$\sin\alpha_2 = o,9178 \qquad tg\alpha_2 = 2,311$$

d) Eforturile în cabluri (relaţia 8.19) :

$$2T_1 = 2T_2 = \frac{5182}{o,9o18} = \frac{5253}{o,9178} = 575o \text{ daN}$$

e) Eforturile axiale în element şi reacţiunea axială în punctul de rezemare pe teren (relaţiile 8.2o), la începerea basculării :

$$N_{o-1} = 0$$

$$N_{1-2} = \frac{5182}{2,o87} = 248o \text{ daN}$$

$$N_{2-3} = \frac{5182}{2,o87} - \frac{5253}{2,311} = 248o - 228o = 2oo \text{ daN}$$

$$N_3 = 2oo \text{ daN}$$

Diagrama eforturilor axiale se prezintă în fig. 8.1

8.1.4. Variația eforturilor din stîlp și din elementele dispozitivului în timpul basculării și ridicării.

Pentru $\beta \neq 0$ momentele încovoietoare forțele tăietoare și forțele axiale se reduc prin înmulțire cu cos β care scade de la 1 la 0 și apar solicitări axiale G sin β (relațiile 8.21 ; 8.22).

Valorile G_1, G_2, G_3, folosind și expresiile reacțiunilor, sînt :

$$G_1 = 4871 + 1710 + 65 = 2262 \text{ daN}$$

$$G_2 = 2461 + 126 + 255 + 2461 + 329 + 252 = 5884 \text{ daN}$$

$$G_3 = 2230 + 2230 = 4460 \text{ daN}$$

Relațiile 8.21 se scriu astfel :

$$N_1' = 2262 \sin\beta$$

$$N_1'' = 2262 \sin\beta + \frac{5182}{\operatorname{tg}\alpha_1}$$

$$N_2' = (2262 + 5884) \sin\beta + \frac{5182}{\operatorname{tg}\alpha_1}$$

$$N_2'' = (2262 + 5884) \sin\beta + \frac{5182}{\operatorname{tg}\alpha_1} - \frac{5253}{\operatorname{tg}\alpha_2}$$

$$N_3 = (2262 + 5884 + 4460) \sin\beta + \frac{5182}{\operatorname{tg}\alpha_1} - \frac{5253}{\operatorname{tg}\alpha_2}$$

La terminarea basculării și ridicarea stîlpului de la sol eforturile în cabluri devin (relația 8.23 $\beta = 90^0$; $V_1 = V_2 = 0$)

$$2T_1' = 2\,T_2' = \frac{12605}{2} = 6302 \text{ daN}$$

Pentru verificarea, respectiv dimensionarea stîlpului și dis-

pozitivului, eforturile se multiplică cu coeficientul de impact $\mu = 1,4$

Lungimea totală a unui cablu (relaţia 8.24)

$$\lambda = 7,26 + 7,44 + 3,14 \times 0,10 = 15,00 \text{ m}$$

8.1.5. Determinarea caracteristicilor utilajului de ridicare, alegerea acestuia şi elaborarea planului de preturnare.

a) Înălţimea la cîrlig se calculează cu (8.25) :

$$H_c = 14,90 + 0,50 + 0,50 + 1,45 + 0,50 = 17,85 \text{ m}$$

b)Sarcina de ridicare Q_r se calculează cu relaţia (8.26)

$$Q_r = 12605 + 395 = 13000 \text{ daN}$$

c) Din catalogul de utilaje se alege macaraua pe pneuri K 255

Parametrii efectivi de lucru sînt :

$L = 20$ m (lungimea săgeţii)

$H_{c,ef} = 18,00 \text{ m} > H_c$

$Q_{ef} = 17.000 \text{ daN} > Q_r$

$R_{min} = 5,5$ m

d) Din relaţia (8.29), considerînd $D = 3,00$ m şi $E = 2,50$

$$R = \frac{1}{2}\sqrt{4(3,00 + 1,25)^2 + 6,0^2} = 5,20 < R_{min}$$

$$R = R_{min} = 5,50 > 5,20 \text{ m}$$

Se face construcţia grafică descrisă la 8.1.5.e ... i . Se determină cu relaţia (8.31) valoarea :

$$\partial = H_c \operatorname{tg} \partial = 18{,}00 \operatorname{tg} 10^0 = 18{,}00 \times 0{,}1763 = 3{,}18 \text{ m}$$

Raza $\overline{MS}$ a cercului cu centrul în M variază între $\overline{MS}'$ şi $\overline{MS}''$

$$\overline{MS}' = 7{,}89 - 3{,}18 = 4{,}71 < MS = 4{,}90 + 2{,}99 = 7{,}89 < \overline{MS}'' = 7{,}89 + 3{,}18 = 11{,}07 \text{ m}$$

Valoarea Q_o se determină cu relaţia (8.32) şi se compară cu Q.

8.2. Manipularea și montarea stîlpilor prefabricați

A. Tema lucrării

Să se întocmească fișa tehnologică pentru manipularea și montarea stîlpilor unei hale patter avînd deschiderea L și traveea l .

Dimensiunile stîlpului se dau în fig. 8.5.
Stîlpul este prefabricat într-o unitate de producție industrială sau auxiliară sau preturnat într-o poziție din care este adus în poziția de montaj prin manipulări succesive.

B. Indicații pentru rezolvare

Se alege tipul de dispozitiv care să permită atît manipularea stîlpului în poziția orizontală (pentru încărcare, descărcare sau apropiere), cît și bascularea lui în vederea montării.

Se determină poziția punctelor de agățare care să asigure concomitent dubla destinație a dispozitivului și eforturi suplimentare minime în stîlp.

Se determină eforturile la care este solicitat stîlpul în timpul manipulării și montării.

Se determină eforturile la care este solicitat dispozitivul de ridicare.

Se alege utilajul de ridicare

Se întocmește planul de organizare a transportului (manipulării) și montajului.

8.2.1. Poziţia punctelor de agăţare

Dispozitivul folosit pentru manipulare în poziţie orizontală a stîlpului are în principiu alcătuirea din fig. 8.5. Prin desprinderea celei de a treia ramuri a cablului (fig.8.6) se obţine un dispozitiv similar celui din fig. 8.2 permiţînd bascularea şi ridicarea în vederea montării.

Încărcările şi poziţia centrului de greutate sînt aceleaşi ca în lucrarea 8.1, pct. 8.1.1.a ; şi în acest caz este valabilă relaţia (8.1), poziţia punctelor de agăţare şi înclinarea cablurilor trebuind să satisfacă însă şi condiţiile :

$$\frac{V_1}{\sin \alpha_1} = \frac{V_2}{\sin \alpha_2} \qquad (8.33)$$

$$\frac{V_1}{tg\ \alpha_1} - \frac{V_2}{tg\ \alpha_2} = \frac{V_3}{tg\ \alpha_3} \qquad (8.34)$$

care exprimă condiţiile de echilibru a elementului agăţat în dispozitivul de ridicare, în poziţie orizontală.

O succintă analiză a valorilor determinate în cazul prezentat în lucrarea 8.1 arată că nu este posibilă menţinerea poziţiilor de agăţare determinate în acel caz (momente egale pe reazem) deoarece la valori sensibil egale ale valorilor ale reacţiunilor V_1 şi V_2, respectiv ale unghiurilor α_1 şi α_2 rezultă pentru $tg\ \alpha_3$ valori foarte mari (înălţime foarte mare a dispozitivului).

Poziţia punctelor de agăţare se alege astfel din condiţii constructive ale dispozitivului (fig. 8.5) ; în acest sens verticala scripetelui trebuie să coincidă cu cea a centru-

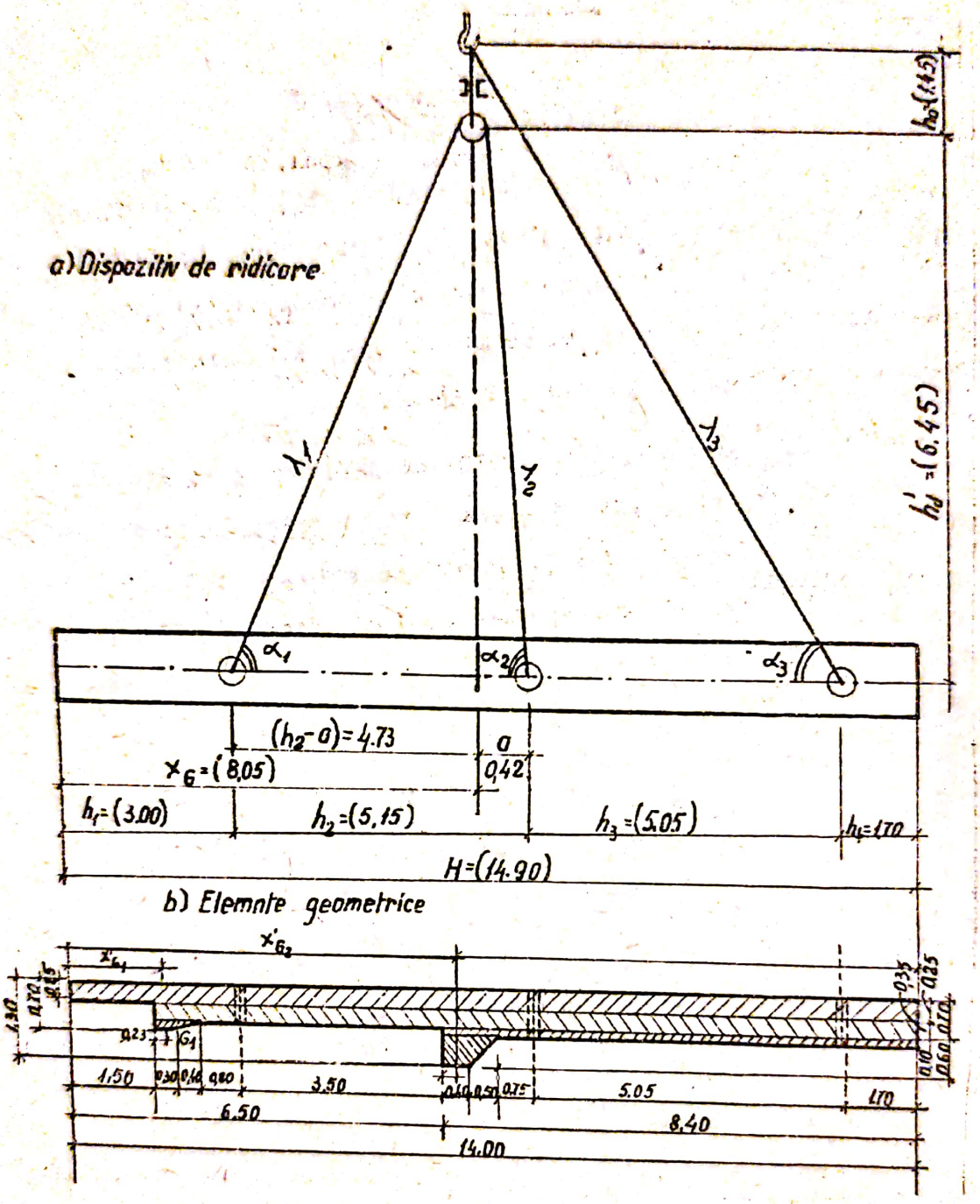

a) Dispozitiv de ridicare
$h_0=(1.45)$
$h_d'=(6.45)$
λ_1
λ_2
λ_3
α_1
α_2
α_3
$(h_2-a)=4.73$
a
$0,42$
$x_G=(8,05)$
$h_1=(3.00)$
$h_2=(5,15)$
$h_3=(5.05)$
$h_4=1.70$
$H=(14.90)$
b) Elemnte geometrice
x'_{G_2}
x'_{G_1}
G_1
1,50
3.50
5.05
1.70
6.50
8.40
14.00

Fig. 8.5

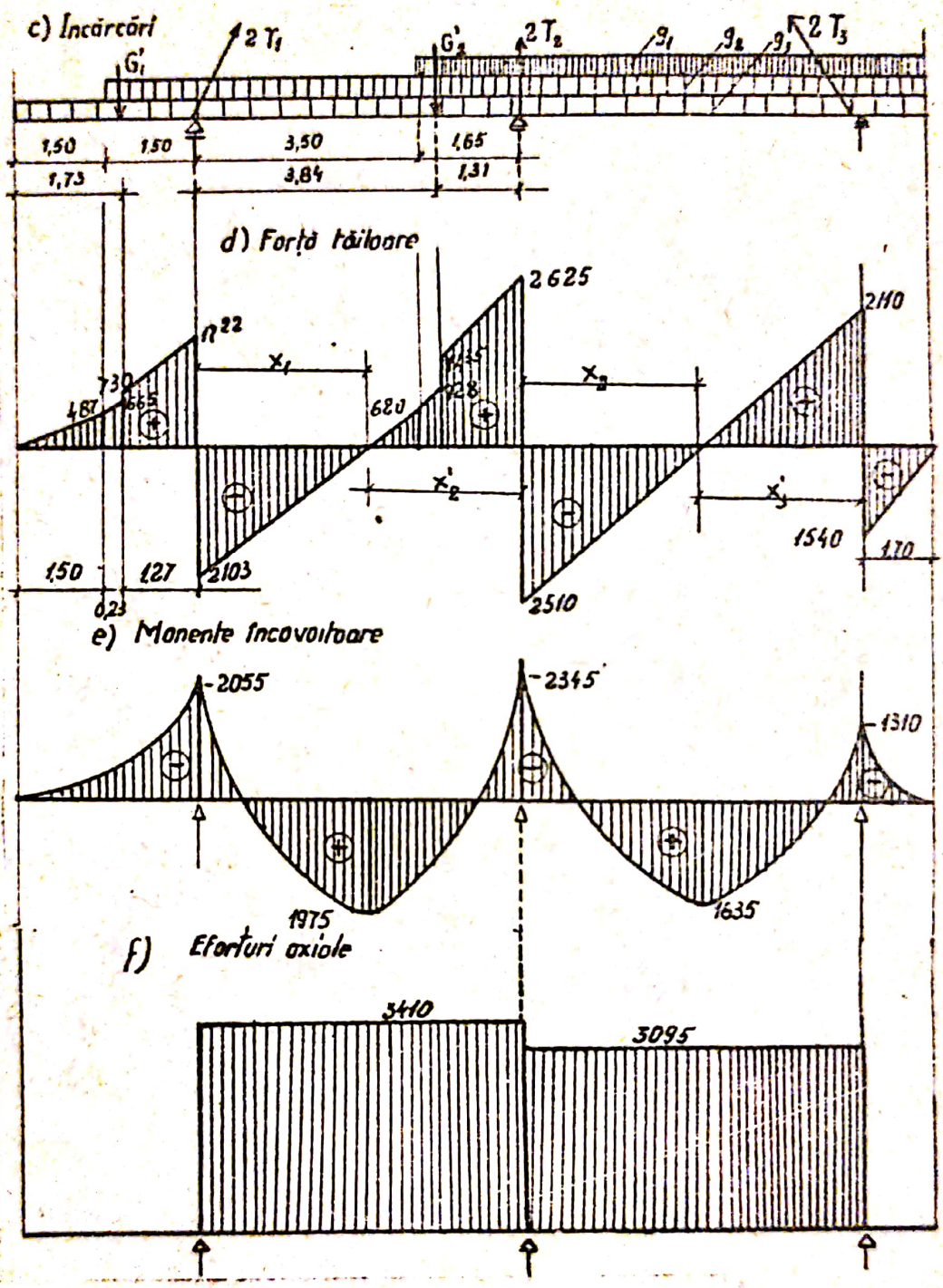

c) Încărcări
2 T1
G'1
G'2
2 T2
g1
g2
g3
2 T3
1,50
1,50
3,50
1,65
1,73
3,84
1,31
d) Forță tăitoare
2625
2110
n22
730
487
665
x1
620
128
x2
x'2
x'3
1540
1,70
1,50
1,27
2103
0,23
2510
e) Momente încovoitoare
-2055
-2345
-1310
1975
1635
f) Eforturi axiale
3410
3095

Fig. 8.5

lui de greutate ; se determină astfel :

$$h_1 + h_2 = x_G + r \qquad (8.35)$$

$$h_3 + h_4 = H - x_G - r \qquad (8.36)$$

în care : x_G este abscisa centrului de greutate ;

r, raza rolei scripetelui

Pentru valori în jur de 45° ale unghiurilor α_1 și α_3 va rezulta pentru α_2 un unghi apropiat de 90° (componentă orizontală apropiată de zero) și un raport V_1 / V_2 apropiat de 0,7. Ținînd seama și de neuniformitatea greutății stîlpului se poate scrie :

$$h_1 = \eta_1 \times 0{,}15\ H \qquad (8.37)$$

$$h_4 = \eta_4 \times 0{,}15\ H \qquad (8.38)$$

8.2.2. Eforturile din stîlp în timpul manipulării în poziție orizontală.

a) Momentele de reazeme (fig. 8.5)

Valorile M_1 și M_3 se calculează ca momente ale încărcărilor din greutatea proprie ale consolelor de lungime h_1 și respectiv h_4

$$M_1 = -\frac{g_1 h_1^2}{2} - \frac{g_1 (h_1 - 1{,}50)^2}{2} - G_1' (h_1 - x_{G1}') \qquad (8.39)$$

$$M_3 = -\frac{g\, h_4^2}{2} \qquad (8.40)$$

Valoarea M_2 rezultă din ecuația celor trei momente :

$$h_2 M_1 + 2(h_2 + h_3) M_2 + h_3 M_3 = -h_2 m_2'' - h_3 m_3' \qquad (8.41)$$

Rezultă :

$$M_2 = \frac{-h_2 (m_2^* + M_1) - h_3 (m_3^* + M_3)}{2 (h_2 + h_3)} \qquad (8.42)$$

b) Reacţiunile se determină cu relaţia (8.1o), lucrarea: 8.1. Echilibrul în timpul ridicării este asigurat prin alcătuirea dispozitivului.

8.2.3. Elementele geometrice ale dispozitivului

Valorile λ_1 şi λ_2 se determină din relaţiile (8.13) şi (8.14) .

Poziţia scripetelui, determinată prin distanţa a de la verticala acestuia la reazemul 2, se stabileşte din relaţia (8.15).

Unghiurile α_1 şi α_2 se determină prin valorile cosinusurilor din relaţiile (8.18).

Unghiul α_3 se determină prin valoarea tangentei ce rezultă din relaţia (8.34) şi anume :

$$\operatorname{tg} \alpha_3 = \frac{V_3}{\frac{V_1}{\operatorname{tg} \alpha_1} - \frac{V_2}{\operatorname{tg} \alpha_2}} \qquad (8.43)$$

Înălţimea h_o (fig. 8.6) rezultă din relaţia :

$$h_o = (a + h_3) \operatorname{tg} \alpha_3 = \lambda_1 \sin \alpha_1 \qquad (8.44)$$

Lungimea cablului (1) (2) rezultă din relaţia 8.24

Lungimea cablului (3) va fi :

$$\lambda_3 = (a + h_3)/\cos \alpha_3 \qquad (8.45)$$

8.2.4. Eforturile din cabluri și eforturile axiale din elementul prefabricat datorită sistemului de agățare (fig.8.5)

Pentru eforturile în cablurile 1 și 2 se utilizează relația (8.19).

Efortul din cablu se deduce cu relația :

$$2T_3 = \frac{V_3}{\sin \alpha_3} \qquad (8.46)$$

Eforturile axiale din element :

$$N_{1,2} = \frac{V_1}{\operatorname{tg} \alpha_1} \qquad (8.47)$$

$$N_{2,3} = \frac{V_3}{\operatorname{tg} \alpha_3} \qquad (8.48)$$

8.2.5. Eforturile din stîlp în timpul basculării fig. 8.6

Stîlpul reazemă pe pămînt, ramura a treia de cablu fiind suprimată :

$$h_3' = h_3 + h_4 \qquad (8.49)$$

a) Momente încovoietoare

Valoarea M_1 rămîne neschimbată, determinată cu relația (8.39) :

$$M_3' = 0 \qquad (8.50)$$

Valoarea M_2 rezultă din ecuația celor trei momente :

$$h_2 M_1 + 2(h_2 + h_3')\, M_2 = - h_2\, m_2'' - h_3'\, m_3' \qquad (8.51)$$

având expresia :

$$M_2' = \frac{-h_2 (m_2'' + M_1) - h_3' m_3'}{2(h_2 + h_3')} \qquad (8.52)$$

b) Reacţiunile se stabilesc cu relaţiile (8.1c)

c) Momentele în cîmp se stabilesc cu relaţia (8.17)

8.2.6. Elementele geometrice ale dispozitivului în momentul începerii basculării

Valorile λ_1 şi λ_2 se determină cu relaţiile (8.13) şi (8.14), iar poziţia scripetelui cu relaţia (8.15).

Unghiurile α_1 şi α_2 se determină prin valorile cosinusurilor (8.18) ;(fig. 8.6).

8.2.7. Variaţia eforturilor în stîlp şi în dispozitiv în timpul basculării este similară cu cea prezentată în lucrarea 8.1 la pct. 8.1.4. Se folosesc pentru determinarea valorilor caracteristice relaţiilor (8.21 ; (8.22) şi (8.23).

Variaţia efortului în timpul ridicării stîlpului se prezintă în fig. 8.7.

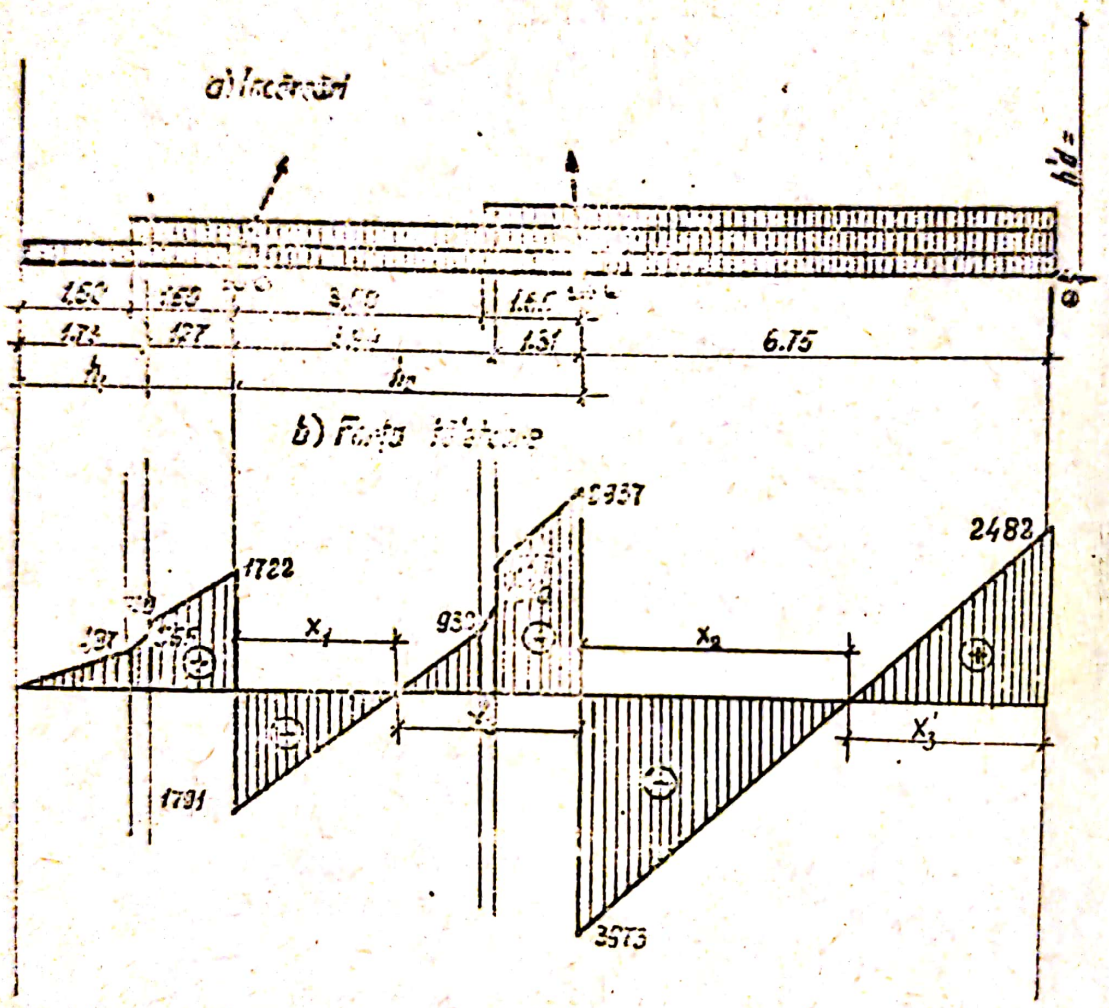
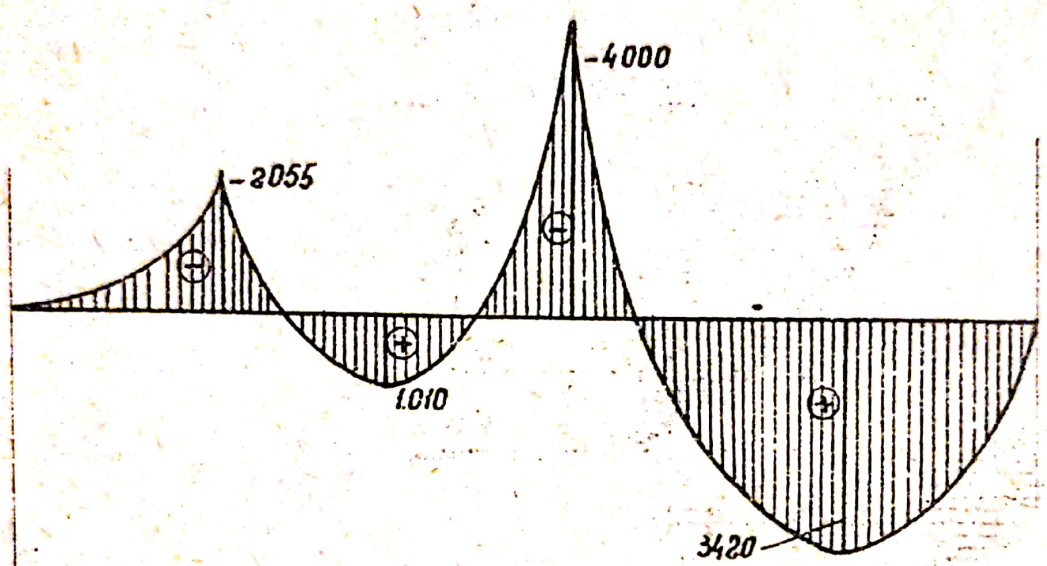


Fig. 8.6

Scanned with OKEN Scanner

c) Momente încovoitoare ($\beta = o$)



d) Eforturi axiale ($\beta = o$)

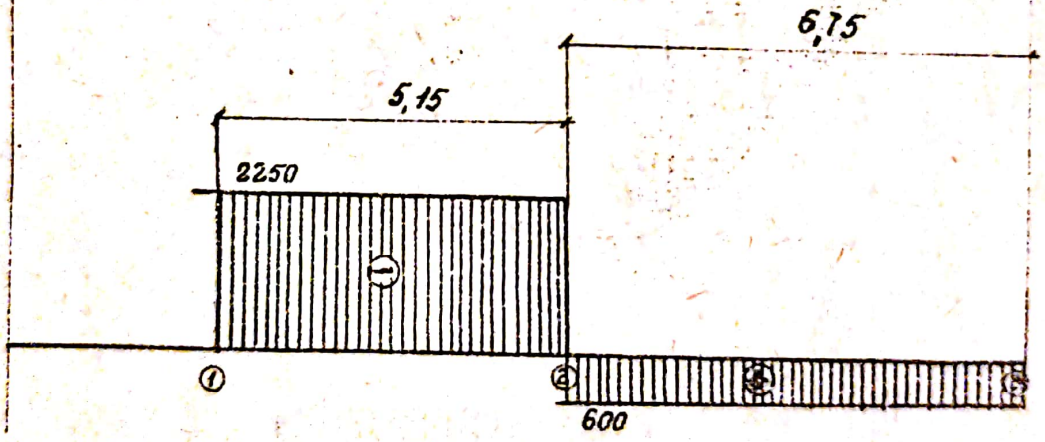


Fig. 8.6

Scanned with OKEN Scanner

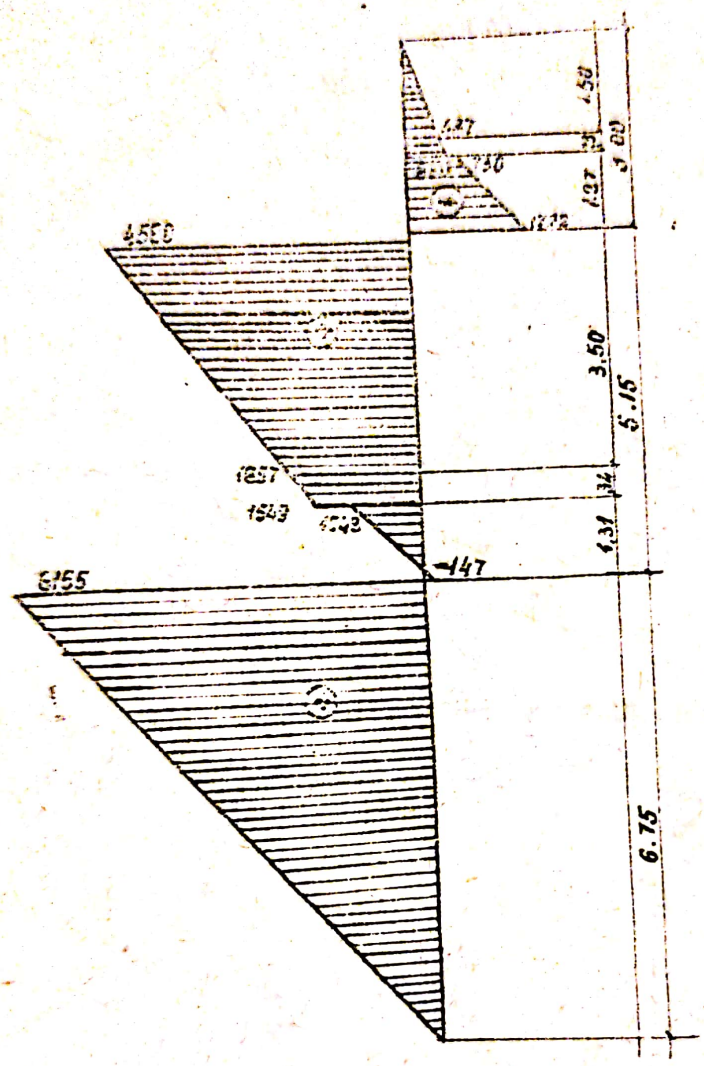


Fig. 8.7

Scanned with OKEN Scanner

8.2.8. Determinarea caracteristicilor utilajului de ridicare, alegerea acestuia şi elaborarea planului de organizare a montajului.

Se procedează ca în lucrarea 8.1, pct. 8.1.5 a ... g

h) Se trasează axul căii de circulaţie a mijlocului de transport la distanţa $A + \frac{C}{2}$ de axul de deplasare longitudinală a macaralei (fig. 8.9) ; se notează în acest caz cu A, gabaritul de rotaţie al macaralei iar cu C, gabaritul de liberă trecere în lăţime al autovehiculului.

Macaraua preia din autovehicul stîlpul în poziţia orizontală, cu dispozitivul din fig. 8.5, îl aşază pe sol prin rotire sau prin deplasarea longitudinală a convoiului auto ; se desprinde apoi ramura 3 de cablu şi stîlpul este basculat.

Poziţia în care stîlpul este aşezat pe sol trebuie reperată (punctul M) pentru a îndeplini aceleaşi condiţii ca şi cele analizate pentru preturnare în lucrarea 8.1. Acest lucru se realizează relativ uşor prin aşezarea stîlpului pe sol cu capătul său inferior cît mai aproape de paharul în care se montează (fig.8.8).

Exemplu de calcul

8.2.1. Se determină încărcările şi poziţia centrului de greutate ca în lucrarea 8.1, pct. 8.1.a.

Relaţiile (8.37) şi (8.38) permit să se determine, apreciind $\eta_1 = 1,35$ şi $\eta_4 = 0,75$:

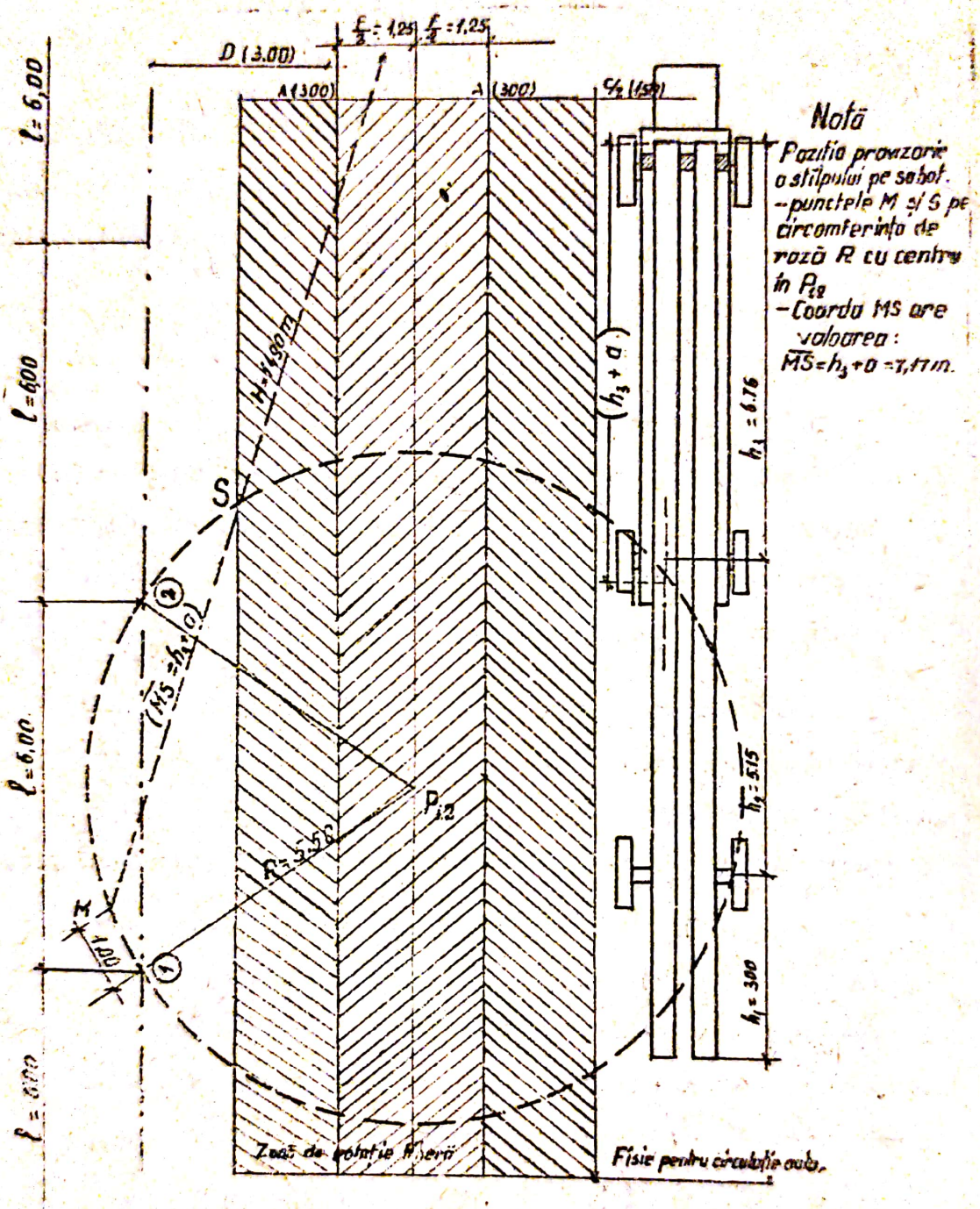

D (3.00)
A (300)
A (300)
C/2 (150)
l = 6,00
l = 6,00
l = 6,00
l = 6,00
S
M
1,00
P_{12}
R = 5,58
$(\overline{MS} = h_3 + a)$
$(h_3 + a)$
$h_3 = 6.76$
$h_2 = 5.15$
$h_1 = 3.00$
Zonă de rotație liberă
Fisie pentru circulație aulă
Notă
Poziția provizorie a stîlpului pe sabot.
- punctele M și S pe circumferința de rază R cu centru în P_{12}
- Coarda MS are valoarea:
$\overline{MS} = h_3 + a = 7,17$ m.

Fig. 8.8

$h_1 = \eta_1 \times 0{,}15\ H = 1{,}35 \times 0{,}15 \times 14{,}90 = 3{,}00$ m

$h_4 = \eta_4 \times 0{,}15\ H = 0{,}75 \times 0{,}15 \times 14{,}90 = 1{,}70$ m

Rezultă din relaţiile (8.35) şi (8.36)

$h_2 = 8{,}05 + 0{,}10 - 3{,}00 = 5{,}15$ m

$h_3 = 14{,}90 - 8{,}05 - 0{,}10 - 1{,}70 = 5{,}05$ m

8.2.2. Eforturile din stîlp în timpul manipulării lui orizontale (fig.8.6)

a) Momentele încovoietoare se determină cu relaţiile (8.39), (8.40) şi (8.42).

$$M_1 = -\frac{325 \times 3{,}00^2}{2} - \frac{455\,(3{,}00 - 1{,}50)^2}{2} - 65\,(3{,}00 - 1{,}73) =$$

$$= -1460 - 512 - 83 = -2055 \text{ daN m}$$

$$M_3 = -\frac{910 \times 1{,}70^2}{2} = -1310 \text{ daN m}$$

$$m_2'' = 0{,}250(325+455) \times 5{,}15^2 + 0{,}250 \times 130\,(2 - 1{,}65/5{,}15)^2$$

$$+ 507 \times 3{,}84 \times 1{,}31 \times (3{,}84+5{,}5)/5{,}15^2 = 5160 + 912 +$$

$$+ 863 = 6935 \text{ daN m}$$

$$m_3'' = 0{,}250 \times 910 \times 5{,}05^2 = 5780 \text{ daN m}$$

$$M_2 = \frac{-5{,}15\,(6935 - 2055) - 5{,}05\,(5780 - 1310)}{2 \times (5{,}15 + 5{,}05)} =$$

$$= \frac{-25200 - 22600}{20{,}40} = -2345 \text{ daN}$$

b) Reacţiunile se stabilesc cu relaţia (8.10)

$$V_1 = 325 \times 1,5 + (325 + 455)\,(3,00 - 1,50) + 65$$
$$+(325 + 455)\,5,15/2+13ox1,65^2/2 \times 5,15+5o7x1,31/5,15+$$
$$+ (-2345 + 2o55)/5,15 =$$
$$= 487 + 117o + 65 + 2oo5 + 35 + 129 - 56 = 3825 \text{ daN}$$

$$V_2 = (325+455) \times 5,15/2+13o \times 1,65\,(3,5o+165/2)/5,15 +$$
$$+ 5o7 \times 3,84/5,15 + 91o \times 5,05/2 + (-2o55 +$$
$$+ 2345)/5,15+ (-131o + 2345)/5,05 = 2oo5 + 18o + 38o +$$
$$+ 231o + 56 + 2o5 = 5135 \text{ daN}$$

$$V_3 = 91o \times 5,05/2 + 91o \times 1,7o + (-2345 + 131o)/5,05 =$$
$$= 231o + 154o - 2o5 = 365o \text{ daN}$$

c) Momentele în cîmp se calculează cu relaţia (8.17):

Secţiunile în care se anulează forţa tăietoare (fig.8.5 d) :

$$x_1 = \frac{21o3}{21o3 + 62o} \times 3,5o = 2,7o \text{ m};\quad x_2' = 5,15 - 2,7o = 2,45 \text{ m}$$

$$x_2 = \frac{251o}{251o + 211o} \times 5,05 = 2,75 \text{ m};\quad x_3' = 5,05 - 2,75 = 2,3o \text{ m}$$

$$M_{1,2} = (2oo5+18o+38o) \times 2,7o - 78o \times 2,7o^2/2 - 2o55 \times$$
$$\times 2,45/5,15 - 2345 \times 2,7o/5,15 = 695o-277o-123o =$$
$$= 1975 \text{ daN m}$$

$$M_{2,3} = 231o \times 2,75 - 7,8o \times \frac{2,75^2}{2} - 2345\,\frac{2,3o}{5,05} - 131o\,\frac{2,75}{5,05} =$$
$$= 635o - 293o - 1o7o - 715 = 1635 \text{ daN m}$$

8.2.3. Elementele geometrice ale dispozitivului

Din (8.13) şi (8.14) :

$$\lambda_1 = \frac{2 \times 3{,}00 + 5{,}15 + 2 \times 0{,}50}{1 + \frac{3825}{5135}} = 6{,}96 \text{ m}$$

$$\lambda_2 = 2 \times 3{,}00 + 5{,}15 + 2 \times 0{,}50 - 6{,}96 = 5{,}19 \text{ m}$$

Din 8.15 :

$$a = \frac{5{,}19^2 - 6{,}96^2 + 5{,}15^2 - 2 \times 0{,}10 \times 5{,}15}{2\,(5{,}15 - 2 \times 0{,}10)} = 0{,}42 \text{ m}$$

Din 8.18 :

$$\cos \alpha_1 = \frac{5{,}15 - 0{,}42 - 0{,}10}{6{,}96} = 0{,}665 \; ; \quad \alpha_1 = 48^\circ \; 18'$$

$$\cos \alpha_2 = \frac{0{,}42 - 0{,}10}{5{,}19} = 0{,}0618 \; ; \quad \alpha_2 = 86^\circ \; 27'$$

$$\sin \alpha_1 = 0{,}7466 \qquad \operatorname{tg} \alpha_1 = 1{,}122$$

$$\sin \alpha_2 = 0{,}9980 \qquad \operatorname{tg} \alpha_2 = 16{,}12$$

Din 8.43) :

$$\operatorname{tg} \alpha_3 = \frac{3650}{\frac{3825}{1{,}122} - \frac{5135}{16{,}12}} = 1{,}18 \; ; \quad \alpha_3 = 49^\circ \; 42'$$

$$\sin \alpha_3 = 0{,}7627 \qquad \cos \alpha_3 = 0{,}647$$

Din (8.44); (8.24) şi (8.45)

$$h_o = (0{,}42 + 5{,}05) \times 1{,}18 - 6{,}96 \times 0{,}7466 = 1{,}45 \text{ m}$$

$$\lambda = 6{,}96 + 5{,}19 + 3{,}14 \times 0{,}10 \cong 12{,}45 \text{ m}$$

$$\lambda_3 = (0{,}42 + 5{,}05)/0{,}647 = 8{,}45 \text{ m}$$

8.2.4. Eforturile în cabluri şi eforturile axiale din elementul prefabricat datorite sistemului de agăţare :

Din (8.19); (8.46); (8.47) şi (8.48) :

$$2T_1 = 2T_2 = \frac{3825}{0,7466} = \frac{5135}{0,9980} = 5135 \text{ daN}$$

$$2T_3 = \frac{3650}{0,7627} = 4780 \text{ daN}$$

$$N_{1,2} = \frac{3825}{1,122} = 3410 \text{ daN}$$

$$N_{2,3} = \frac{3650}{1,18} = 3095 \text{ daN}$$

$$N_{1,2}-N_{2,3} = \frac{V_2}{tg\,\alpha_2} = \frac{5135}{16,12} = 315 \text{ daN}$$

8.2.5. Eforturile din stîlp în timpul basculării

Din (8.49) :

$$h_3' = 5,05 + 1,70 = 6,75 \text{ m}$$

a) Momentele încovoietoare :

Conform 8.2.2. a

$$M_2'' = 6935 \text{ daN m}$$

$$M_3' = 0,250 \times 910 \times 6,75^2 = 10300 \text{ daN m}$$

Din (8.52), ţinînd seama şi de pct. 8.2.2.a :

$$M_2' = \frac{-5,15\,(6935 - 2055) - 6,75 \times 10300}{2(5,15 + 6,75)} =$$

$$= \frac{-25200 - 69500}{23,80} = -4000 \text{ daN}$$

b) Reacţiunile se stabilesc cu relaţia (8.1o).

Ţinînd seama şi de 8.2.2.b, rezultă :

$$V_1' = 487 + 117o + 63 + 2oo5 + 35 + 129 + (-4ooo + 2o55)/5,15 =$$
$$= 3891 - 378 = 3513 \text{ daN}$$

$$V_2' = 2oo5 + 18o + 38o + 91o \times 6,75/2 + (-2o55 + 4ooo)/5,15 +$$
$$+ 4ooo/6,75 = 2565 + 3o75 + 378 + 592 = 661o \text{ daN}$$

$$V_3' = 91o \times 6,75/2 - 4ooo/6,75 = 3o75 - 592 = 2482 \text{ daN}$$

c) Momentele în cîmp se stabilesc cu relaţiile (8.17)

Din fig. 8.6 rezultă că forţele tăietoare se anulează în secţiunile :

$$x_1 = \frac{1791}{1791 + 932} \times 3,5o = 2,3o \text{ m} \qquad x_2' = 5,15 - 2,3o = 2,85 \text{ m}$$

$$x_2 = \frac{3673}{3673 + 2482} \times 6,75 = 4,o3 \text{ m} \qquad x_3' = 6,75 - 4,o3 = 2,72 \text{ m}$$

Ţinînd seama de pct. b :

$$M_{1,2} = (2oo5 + 18o + 38o) \times 2,3o - 78o \times 2,3o^2/2 - 2o55 \times$$
$$\times 2,85/5,15 - 4ooo \times 2,3o/5,15 = 59oo - 197o - 114o -$$
$$- 178o = 1o1o \text{ daN m}$$

$$M_{2,3} = 3o75 \times 4,o3 - 91o \times 4,o3^2/2 - 4ooo \times 2,72/6,75 =$$
$$= 124oo - 737o - 161o = 342o \text{ daN m}$$

8.2.6. Elementele geometrice ale dispozitivului în momentul începerii basculării

Valorile λ_1, λ_2 şi "a" sînt cele determinate la pct. 8.2.3.

Eforturile în cablurile 1 şi 2 sînt :

$$2\,T_1' = \frac{V_1'}{\sin\alpha_1} = \frac{3513}{0,7466} = 4700 \text{ daN}$$

$$2\,T_2' = \frac{V_2'}{\sin\alpha_2} = \frac{6610}{0,9980} = 6670 \text{ daN}$$

8.2.7. Variaţia eforturilor în stîlp şi în dispozitiv în timpul basculării.

Se determină în mod similar cu lucrarea 8.1. In acest caz însă, din cauza inegalităţii eforturilor din cablurile 1 şi 2, apar în timpul ridicării, componente orizontale la nivelul scripetelui faţă de centrul de greutate a stîlpului, care se deplasează şi el (prin rotire).

Valorile G_1, G_2, G_3, rezultă pe baza valorilor stabilite la pct. 8.2.2.b.

$$G_1 = 487 + 1170 + 65 = 1722 \text{ daN}$$

$$G_2 = 2005 + 35 + 129 + 2005 + 180 + 380 = 4734 \text{ daN}$$

$$G_3 = 2310 + 2310 + 1540 = 6160 \text{ daN}$$

Valoarea eforturilor axiale în timpul basculării se poate scrie astfel (fig. 8.6)

$$N_1' = 1722 \sin\beta$$

$$N_2'' = 1722 \sin\beta + \frac{3513}{\operatorname{tg}\alpha_1}$$

$$N_2' = (1722 + 4734) \sin\beta + \frac{3513}{\operatorname{tg}\alpha_1}$$

$$N''_2 = (1722 + 4734) \sin\beta + \frac{3513}{\operatorname{tg}\alpha_1} - \frac{5253}{\operatorname{tg}\alpha_2}$$

$$N_3 = (1722 + 4734 + 6160) \sin\beta + \frac{3513}{\operatorname{tg}\alpha_1} - \frac{5253}{\operatorname{tg}\alpha_2}$$

La terminarea basculării și ridicării stîlpului de la sol eforturile în cabluri devin (relația 8.23; $\beta = 90^{o}$; $V_1 = V_2 = 0$) :

$$2\,T_1' = 2\,T_2' = \frac{12605}{2} = 6302 \text{ daN}$$

Pentru verificarea, respectiv dimensionarea stîlpului și dispozitivului, eforturile se multiplică cu coeficientul de impact $\mu = 1,4$.

Diagrama eforturilor axiale la ridicare se prezintă în fig. 8.7.

8.2.8. Determinarea caracteristicilor utilajului de ridicare, alegerea acestuia și elaborarea planului de organizare a montajului. Se procedează ca în lucrarea 8.1. pct.8.1.5. a...g și în continuare conform indicațiilor din referat pct.8.2.8.

Utilajul de montaj rămîne același ca în lucrarea 8.1. Planul de organizare a montajului se prezintă în fig. 8.8.

Scanned with OKEN Scanner

8.3. Alegerea utilajului de montaj

A. Tema lucrării

Să se aleagă utilajul necesar montării unui element prefabricat (utilaj tehnologic) cunoscînd caracteristicile elementului: dimensiuni, greutate, dispozitiv de ridicare şi poziţia elementului în structura construcţiei.

B. Indicaţii pentru rezolvare

Următoarele caracteristici ale elementului prefabricat determină alegerea utilajului în montaj :

- elementele geometrice: lungimea d (în m), înălţimea h_e (m)
- greutatea elementului G_e(kN),
- sistemul de prindere - urechi, găuri în element etc.

Dispozitivul de ridicare - influenţează alegerea utilajului de montaj prin înălţimea h_d.

Poziţia elementului prefabricat în structura construcţiei determină alegerea utilajului de montaj prin :

- înălţimea de montaj sau înălţimea elementelor montate anterior, H (m),
- distanţa de [illegible] elementul montat anterior, cînd aceasta se găseşte între utilajul de montaj şi poziţia de montaj, b.

8.3.1. Alegerea utilajului de montaj, în situaţia cînd nu este permisă circulaţia utilajului în interiorul construcţiei (fig.8-9 şi fig.8.1o).

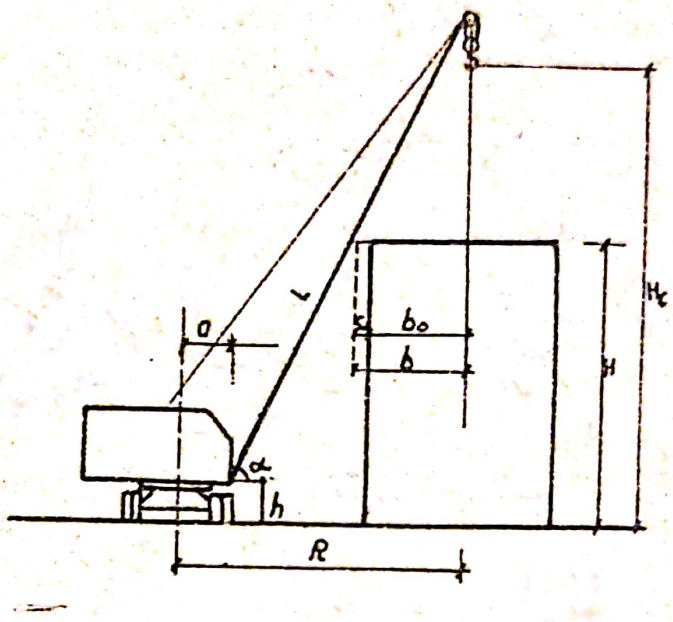


Fig. 8.9

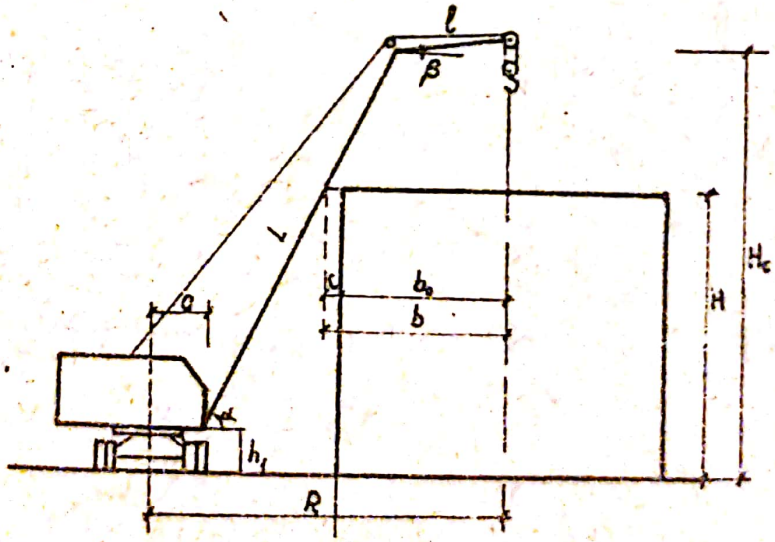


Fig.8.1o

Pentru alegerea utilajului sînt necesare următoarele caracteristici :

- L, lungimea minimă a braţului macaralei,
- H_c, înălţimea minimă la cîrlig,
- R, raza minimă de montaj,
- G_c, sarcina de ridicat la cîrlig.

a) lungimea minimă rezultă din elementele geometrice ale situaţiei de montaj.

$$L = \frac{H - h_1}{\sin\alpha} + \frac{b + c}{\cos\alpha}$$ pentru braţ fără prelungitor şi (8.53)

$$L = \frac{H - h_1}{\sin\alpha} + \frac{b + c}{\cos\alpha} + \frac{l\cos\beta}{\cos\alpha}$$ pentru braţ cu prelungitor. (8.54)

în care :

L = lungimea minimă necesară, în m ;

H = înălţimea de montaj sau înălţimea elementelor montate anterior, în m;

b = distanţa de la margine, dinspre utilajul de montaj a construcţiei şi verticala centrului de greutate al dispozitivului de ridicat, în m ;

h_1 = cota articulaţiei braţului utilajului de montaj, în m - se poate aprecia între 1,1 şi 1,9o m;

l = lungimea prelungitorului braţului utilajului de montaj, în m ;

α = unghiul făcut de braţul utilajului de montaj. Pentru lungimea minimă a braţului utilajului de montaj, se determină cu relaţia :

$$tg\alpha = \sqrt[3]{\frac{H - h_1}{b + c}}$$ (8.55)

β = unghiul făcut de prelungitor cu orizontala ;

a = spaţiu de siguranţă, se poate lua 0,5 m.

b) Înălţimea minimă la cîrlig rezultă de asemenea din elementele geometrice ale situaţiei de montaj

$$H_c \geq H (b+c) \quad tg\alpha \qquad (8.56)$$

sau

$$H_c \geq H + h_1 + h_d + s \qquad (8.57)$$

în care :

H, b, c şi tg α , semnificaţiile de la punctul a

h_e = înălţimea elementului de montaj, în m ;

h_d = înălţimea dispozitivului de ridicat, în m ;

s = spaţiu de siguranţă, în m - se poate lua valoarea 1,oo m.

Se adoptă valoarea cea mai mare.

c) Raza minimă de montaj - rezultă :

$$R \geq b + c + \frac{H - h_1}{tg\alpha} + a \qquad (8.58)$$

în care :

R = raza minimă de montaj, în m;

b, c, H, h_1, tg α - semnificaţiile de la punctul a.

a - distanţa pe orizontală între axul de rotire al ansamblului de mecanisme al utilajului de montaj şi verticala articulaţiei braţului, în m ; variază de la 1,2o la 1,7o m.

d) Sarcina de ridicat - rezultă din relaţia :

$$G_c = G_e + G_d \qquad (8.59)$$

în care :

G_c = sarcina de ridicat în kN,

G_e = greutatea elementului ce se montează, în kN

G_d = greutatea dispozitivului de ridicat, în kN

Cu ajutorul acestor caracteristici se alege utilajul de montaj, satisfăcîndu-le în următoarea ordine : R, L, C, H_c.

8.3.2. Alegerea utilajului de montaj - în situaţia cînd este permisă circulaţia utilajului în interiorul construcţiei (fig.8.11) sînt necesare următoarele caracteristici :

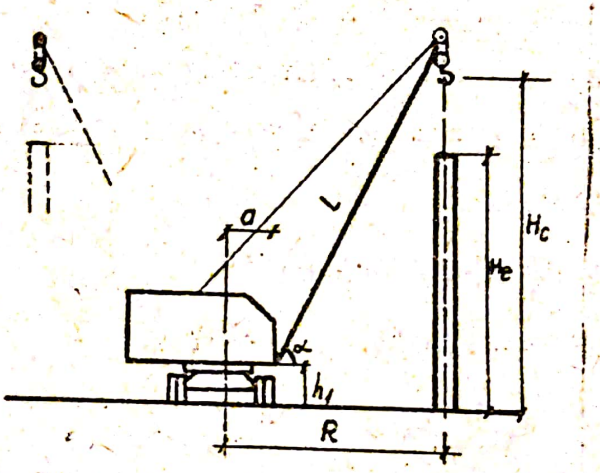


Fig. 8.11

G_c = sarcina la cîrligul macaralei, în kN,

H_c = înălţimea minimă la cîrligul macaralei, în m,

R = raza minimă de montaj, în m,

L = lungimea minimă a braţului macaralei, în m.

a) Sarcina de ridicat la cîrlig rezultă din relaţia (8.59), în kN,

b) Înălţimea la cîrligul macaralei rezultă din relaţia (8.56, 8.57), în m,

c) Raza de montaj este determinată de condiţiile de montaj.

- montaj de pe mijlocul de transport
- montaj de elemente de pe sol.

d) Lungimea minimă a braţului rezultă din elementele geometrice ale situaţiei de montaj (fig.8.11)

$$L_{min} = \sqrt{H_c^2 + R^2} \qquad (8.60)$$

C: Exemplu de calcul :

1. Să se aleagă utilajul de montaj necesar pentru montarea unor chesoane, cunoscînd : greutatea elementului G_e = 20 kN; înălţimea elementului h_e = 0,3 m ; greutatea dispozitivului de ridicat G_d = 2,5 kN, înălţimea dispozitivului de ridicat h_d = 1,85 m; distanţa de la marginea construcţiei la verticala centrului de greutate al dispozitivului de ridicat b=7,5m, cota de montaj 6,51 m

1) Lungimea minimă a braţului macaralei :

$$L = \frac{H - h_1}{\sin \alpha} + \frac{b + c}{\cos \alpha} = \frac{6,51 - 1,51}{\sin 40^0 30'} + \frac{7,5 + 0,5}{\cos 40^0 30'} = 18,25 \text{ m}$$

$$tg\alpha = \sqrt[3]{\frac{H - h_1}{b + c}} = \sqrt[3]{\frac{6,51 - 1,51}{7,5 + 0,5}} = 0,855; \quad \alpha = 40^0 30'$$

2) Înălţimea minimă la cîrlig :

$$H_c \geq H + (b+c)\ tg\ \alpha = 6,51 + (7,5+0,5)\ tg\ 40^0 30' = 13,36 \text{ m}$$

$$H_c \geq H + h_e + h_d + s = 6,51 + 0,3 - 1,85 + 1,34 = 10 \text{ m}$$

Se adoptă

H_c = 13,36 m

3) Raza de montaj :

$$R = b + c + \frac{H - h_1}{tg\,\alpha} + a = 7,5+0,5+\frac{6,51-1,51}{tg\ 40^{o}30'} = 15,00\ m$$

$G_c = G_e + G_d = 2o + 2,5 = 22,5$ kN

Se alege din catalog automacaraua K 124

$L = 18,3o$ m $> L_{min\ nec} = 18,25$ m

R = 1o m

$G_c = 22,5o$ kN $= G_{c\ nec} = 22,5o$ kN

$H_c = 15$ m $> H_{c\ nec} = 13,36$ m

Anexă

Tabelul 1.1

Costuri unitare orientative pe ora de utilizare a utilajelor folosite la săparea și transportul pământului.

Denumirea utilajului	Cost orientativ pe ora de utilizare lei/ h
Autobasculantă de 4,5 t	4o
Excavator de capacitate o,3 m^3	58
Excavator de capacitate o,5 m^3	9o
Excavator de capacitate 1,o m^3	13o
Excavator de capacitate 1,5 m^3	15o

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 7.1

Valorile pentru t_o, K_s, K_t [(din formula (5)]

Caracterul lucrării	t_o	K_s	K_t
Montarea construcţiilor metalice şi a elementelor prefabricate, la construcţii civile şi industriale	8 - 15 min	$K_s = 0{,}8 \div 1$	0,4÷0,7
Montarea cofrajelor şi armăturilor la construcţii hidrotehnice.	10 - 12 min		0,5÷0,8
Transportul betonului la construcţii hidrotehnice	2 - 2,5 min		0,7÷0,9
Ridicarea cărămizilor şi materialelor de construcţii	1 - 1,5 min		0,7÷0,9

Tabela 2.2

VALORILE COEFICIENTILOR DE SIGURANTA
C și C_1 în funcție de raportul D/d

Destinația regimul de funcționare a mecanismului			D/d	D/d pentru cablu		Coeficient de siguranță	
				Normal	Compus	C	C_1
Macarale și excavatoare pe platforme de cale ferată pe șenile sau pe pneuri.	Acționare manuală		16	350 - 375	-	4,5	3,0
	Macarale cu regim de lucru	Ușor	16	350 - 375	-	5,0	-
		Mijlociu	18	400 - 425	-	5,5	-
		Greu	20	450 - 475	-	6,0	-
	Excavatoare	Ridicarea cupei	20-27	450 - 600	375	5,0	3,00
		Ridicarea brațului	12 15	300 - 350	250	4,0	2,50
		Tracțiunea cupei	18 25	400 - 450	350	4,5	2,75
	Macarale cu graifăr		20	450 - 475	-	5,0	-
Mecanisme staționare	Acționare manuală		18	400 - 475	-	4,5	-
	Acționare manuală cu regim de lucru	Ușor	20	450 - 475	-	5,0	-
		Mijlociu	25	550 - 575	-	5,5	-
		Greu	30	650 - 700	-	6,0	-
	Macarale cu graifăr		30	550 - 600	-	6,0	-

Scanned with OKEN Scanner

- BIBLIOGRAFIE -

1. Trelea A. şi Groll L. — Tehnologia construcţiilor. Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1972.

2. x x x — Catalog de utilaje pentru lucrări de construcţii. Ministerul Construcţiilor Industr.(M.C.Ind)Institutul de cercetări în construcţii (INCERC) Bucureşti, 1972.

3. x x x — Catalog de utilaje de construcţii Ministerul Industriei Chimice,Direcţia Generală Construcţii-Montaj pentru uzine chimice şi rafinării (D.G.C.M.C.R), Bucureşti, 1965.

4. x x x — Catalog de cofraje şi scule. Ministerul Industriei Construcţiilor, Trustul 1 Construcţii Montaj, Bucureşti, 1968.

Scanned with OKEN Scanner

- C U P R I N S -

Pag.

Prefata 3

Capitolul 1. Lucrări de săpături

1.1. Executarea săpăturilor cu excavatorul cu lingura dreaptă. 5

1.2. Executarea săpăturilor cu excavatorul echipat lingură întoarsă sau draglină. 14

1.3. Stabilirea numărului optim de mijloace necesare pentru transportul pământului săpat mecanizat. 2o

Capitolul 2. Lucrări din beton precomprimat.

2.1. Lucrări pregătitoare pentru precomprimarea elementelor din beton armat precomprimat cu procedeul de ancorare inel-con. 28

2.2. Precomprimarea elementelor din beton armat prin procedeul inel-con. 39

Capitolul 3. Lucrări de beton.

3.1. Stabilirea reţetei de preparare a unui beton. 47

3.2. Plan de punere în operă a betonului turnat în pereţi 56

3.3. Plan de punere în operă a betonului în stîlpi din beton armat 63

3.4. Plan de punere în operă a betonului în fundaţii din beton armat 69

3.5. Plan de punere în operă a betonului într-un planşeu din beton armat 74

Scanned with OKEN Scanner

Pag.

Capitolul 4. Executarea lucrărilor de beton pe timp friguros.

4.1. Intărirea elementelor de beton pe timp friguros prin metoda conservării căldurii. 8o

4.2. Intărirea betonului pe timp friguros prin metoda încălzirii locale în cămaşă după turnare. . 87

4.3. Stabilirea condiţiilor de preparare a betonului pe timp friguros şi cantităţii de căldură necesară în staţii pe m^3 de beton. 94

4.4. Dimensionarea instalaţiilor de încălzire pentru executarea betoanelor pe un timp friguros. . 1o2

Capitolul 5. Lucrări de cofrare.

5.1. Alcătuirea şi dimensionarea unui cofraj de perete din elemente demontabile de inventar. . . 11o

5.2. Alcătuirea şi dimensionarea unui cofraj de stîlp din elemente demontabile de inventar . . . 119

5.3. Alcătuirea şi dimensionarea unui cofraj pentru un planşeu dală, realizat din elemente modulate 124

Capitolul 6. Lucrări de zidărie şi tencuieli.

6.1. Stabilirea reţetei de preparare a mortarului . . 131

Capitolul 7. Lucrări pentru utilaje şi maşini de construcţii.

7.1. Determinarea rezistenţei de înaintare a maşinilor rutiere 135

7.2. Verificarea stabilităţii macaralelor. 149

Pag.

7.3. Stabilirea productivităţii macaralelor 155

7.4. Dimensionarea cablurilor metalice 162

Capitolul 8. Montarea elementelor prefabricate.

8.1. Montarea stîlpilor preturnaţi. 167

8.2. Manipularea şi montarea stîlpilor prefabricaţi. 196

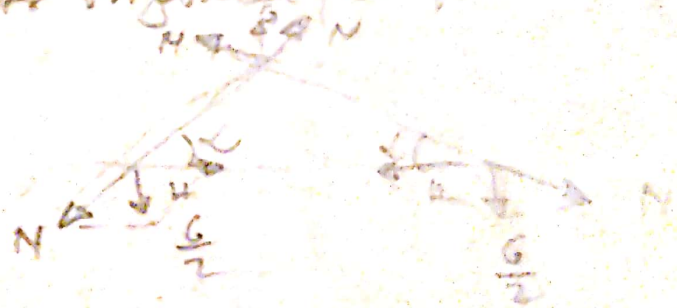
8.3. Alegerea utilajului de montaj 216

Anexă 223

Bibliografie. 225

$$N = \frac{G}{n \sin \alpha}$$

G = sarcina [illegible]
n = nr. cablurilor [illegible]
α = ∢ acestor cablu[illegible]
N = sarcina axia[illegible] fiecare cablu[illegible]

$$H = \frac{G}{n \operatorname{tg} \alpha}$$

H = efort orizontal (compresiune)